

# **DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PARA UNA URBANIZACIÓN DE VIVIENDAS.**

## **ÍNDICE**

*Titulación:* **Ingeniería Técnico Industrial Especialidad Electricidad**

*Alumno:* **Jesús Cano Molina**

*Directores:* **Alfredo Conesa Tejerina y Juan José Portero Rodríguez**

Cartagena, 5 de Noviembre de 2014

# ÍNDICE

## MEMORIA

### 1. MEMORIA

#### 1.1 OBJETO

#### 1.2 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

#### 1.3 TITULAR DE LA INSTALACIÓN INICIAL Y FINAL

#### 1.4 REGLAMENTACIÓN.

#### 1.5 CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR.

#### 1.6 DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA

##### 1.6.1 RED DE MEDIA TENSIÓN

##### 1.6.2 RED DE BAJA TENSIÓN

##### 1.6.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

#### 1.7 PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

#### 1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

##### 1.8.1 TRAZADO BT.

###### 1.8.1.1 LONGITUD

###### 1.8.1.2 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

##### 1.8.2 PUESTA A TIERRA

##### 1.8.3 TRAZADO MT

###### 1.8.3.1 PUNTOS DE ENTRONQUE Y FINAL DE LÍNEA

###### 1.8.3.2 LONGITUD

###### 1.8.3.3 TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS

###### 1.8.3.4 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

##### 1.8.4 ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO

##### 1.8.5 MATERIALES:

###### 1.8.5.1 CONDUCTORES Y AISLAMIENTOS

###### 1.8.5.2 ACCESORIOS

###### 1.8.5.3 PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LÍNEA

##### 1.8.6 ZANJAS, SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO Y MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN

##### 1.8.7 PUESTA A TIERRA

##### 1.8.8 LOCAL DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

###### 1.8.8.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

###### 1.8.8.2 CIMENTACIÓN

###### 1.8.8.3 SOLERA Y PAVIMENTO

###### 1.8.8.4 CERRAMIENTOS EXTERIORES

###### 1.8.8.5 TABIQUERÍA INTERIOR

###### 1.8.8.6 CUBIERTAS

###### 1.8.8.7 FORJADOS Y CUBIERTAS

###### 1.8.8.8 ENLUCIDOS Y PINTURAS

###### 1.8.8.9 VARIOS

##### 1.8.9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

###### 1.8.9.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

###### 1.8.9.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

###### 1.8.9.2.1 CELDA DE ENTRADA Y SALIDA

###### 1.8.9.2.2 CELDA DE PROTECCIÓN

###### 1.8.9.2.3 CELDA DE MEDIDA

###### 1.8.9.2.4 CELDA DEL TRANSFORMADOR



- 1.8.9.3 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN
  - 1.8.9.3.1 EMBARRADO GENERAL
  - 1.8.9.3.2 PIEZAS DE CONEXIÓN
  - 1.8.9.3.3 AISLADORES DE APOYO
  - 1.8.9.3.4 AISLADORES DE PASO
- 1.8.10 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA
- 1.8.11 PUESTA A TIERRA
  - 1.8.11.1 TIERRA DE PROTECCIÓN
  - 1.8.11.2 TIERRA DE SERVICIO
- 1.8.12 CUADRO GENERAL DE B.T. JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO
- 1.8.13 INSTALACIONES SECUNDARIAS
  - 1.8.13.1 ALUMBRADO
  - 1.8.13.2 BATERÍAS DE CONDENSADORES
  - 1.8.13.3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
  - 1.8.13.4 VENTILACIÓN
  - 1.8.13.5 MEDIDAS DE SEGURIDAD
- 1.9 DESCRIPCIÓN DE OBRA CIVIL

## **CALCULOS JUSTIFICATIVOS**

### **2.1 RED DE BAJA TENSIÓN**

#### **2.1.1 PREVISION DE POTENCIAS**

- 2.1.2 CENTRO DE TRASNFORMACION 1
  - 2.1.2.1 ANILLO 1
    - 2.1.2.1.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.1.2.1.2 INTENSIDAD
    - 2.1.2.1.3 CAIDAS DE TENSION
  - 2.1.2.2 ANILLO 2
    - 2.1.2.2.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.1.2.2.2 INTENSIDAD
    - 2.1.2.2.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.3 CENTRO DE TRASNFORMACION 2
  - 2.1.3.1 ANILLO 1
    - 2.1.3.1.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.1.3.1.2 INTENSIDAD
    - 2.1.3.1.3 CAIDAS DE TENSION
  - 2.1.3.2 ANILLO 2
    - 2.1.3.2.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.1.3.2.2 INTENSIDAD
    - 2.1.3.2.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.4 CENTRO DE TRASNFORMACION 3
  - 2.1.4.1 ANILLO 1
    - 2.1.4.1.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.1.4.1.2 INTENSIDAD
    - 2.1.4.1.3 CAIDAS DE TENSION

- 2.1.4.2 ANILLO 2
  - 2.1.4.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.4.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.4.2.3 CAIDAS DE TENSION

#### 2.1.5 CENTRO DE TRASNFORMACION 4

- 2.1.5.1 ANILLO 1
  - 2.1.5.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.5.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.5.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.5.2 ANILLO 2
  - 2.1.5.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.5.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.5.2.3 CAIDAS DE TENSION

#### 2.1.6 CENTRO DE TRASNFORMACION 5

- 2.1.6.1 ANILLO 1
  - 2.1.6.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.6.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.6.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.6.2 ANILLO 2
  - 2.1.6.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.6.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.6.2.3 CAIDAS DE TENSION

#### 2.1.7 CENTRO DE TRASNFORMACION 6

- 2.1.7.1 ANILLO 1
  - 2.1.7.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.7.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.7.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.7.2 ANILLO 2
  - 2.1.7.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.7.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.7.2.3 CAIDAS DE TENSION

#### 2.1.8 CENTRO DE TRASNFORMACION 7

- 2.1.8.1 ANILLO 1
  - 2.1.8.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.8.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.8.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.8.2 ANILLO 2
  - 2.1.8.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.8.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.8.2.3 CAIDAS DE TENSION

#### 2.1.9 CENTRO DE TRASNFORMACION 8

- 2.1.9.1 ANILLO 1
  - 2.1.9.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.9.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.9.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.9.2 ANILLO 2
  - 2.1.9.2.1 PREVISION DE POTENCIA

- 2.1.9.2.2 INTENSIDAD
- 2.1.9.2.3 CAIDAS DE TENSION

#### 2.1.10 CENTRO DE TRASNFORMACION 9

- 2.1.10.1 ANILLO 1
  - 2.1.10.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.10.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.10.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.10.2 ANILLO 2
  - 2.1.10.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.10.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.10.2.3 CAIDAS DE TENSION

#### 2.1.11 CENTRO DE TRASNFORMACION 10

- 2.1.11.1 ANILLO 1
  - 2.1.11.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.11.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.11.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.11.2 ANILLO 2
  - 2.1.11.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.11.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.11.2.3 CAIDAS DE TENSION

#### 2.1.12 CENTRO DE TRASNFORMACION 11

- 2.1.12.1 ANILLO 1
  - 2.1.12.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.12.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.12.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.12.2 ANILLO 2
  - 2.1.12.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.12.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.12.2.3 CAIDAS DE TENSION

#### 2.1.13 CENTRO DE TRASNFORMACION 12

- 2.1.13.1 ANILLO 1
  - 2.1.13.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.13.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.13.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.13.2 ANILLO 2
  - 2.1.13.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.13.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.13.2.3 CAIDAS DE TENSION

#### 2.1.14 CENTRO DE TRASNFORMACION DE REPARTO

- 2.1.14.1 ANILLO 1
  - 2.1.14.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.14.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.14.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.14.2 ANILLO 2
  - 2.1.14.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.14.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.14.2.3 CAIDAS DE TENSION

## 2.2 CÁLCULOS DE MEDIA TENSIÓN

### 2.2.1 CÁLCULOS LÍNEA AEREA DE MEDIA TENSIÓN AL APOYO FIN DE LÍNEA (ACOMETIDA)

#### 2.2.2 CÁLCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (ACOMETIDA) A CENTRO REPARTO

- 2.2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA
- 2.2.2.2 CRITERIO DE CALENTAMIENTO
- 2.2.2.3 CRITERIO DE CORTOCIRCUITO
- 2.2.2.4 CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

#### 2.2.3 CÁLCULOS LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN DE CENTRO REPARTO AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO PARA UN CENTRO COMERCIAL

- 2.2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA
- 2.2.3.2 CRITERIO DE CALENTAMIENTO
- 2.2.3.3 CRITERIO DE CORTOCIRCUITO
- 2.2.3.4 CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

#### 2.2.4 CÁLCULOS ANILLO MT

- 2.2.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA
- 2.2.4.2 CRITERIO DE CALENTAMIENTO
- 2.2.4.3 CRITERIO DE CORTOCIRCUITO
- 2.2.4.4 CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

#### 2.2.5 CALCULO TRANSFORMADOR MINIBLOK

- 2.2.5.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN
- 2.2.5.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN
- 2.2.5.3 CORTOCIRCUITOS
  - 2.2.5.3.1 OBSERVACIONES
  - 2.2.5.3.2 CALCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO
  - 2.2.5.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN
  - 2.2.5.3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN
- 2.2.5.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO
  - 2.2.5.4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE
  - 2.2.5.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA
  - 2.2.5.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA
- 2.2.5.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS
- 2.2.5.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT
- 2.2.5.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- 2.2.5.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS
- 2.2.5.9 CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA
  - 2.2.5.9.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
  - 2.2.5.9.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO
  - 2.2.5.9.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA
  - 2.2.5.9.4 CALCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA
  - 2.2.5.9.5 CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN
  - 2.2.5.9.6 CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN
  - 2.2.5.9.7 CALCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

2.2.5.9.8 INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIDAS AL EXTERIOR

2.2.5.9.9 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.

2.2.6 CALCULO TRANSFORMADOR DE REPARTO PFU-5/20

2.2.6.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.

2.2.6.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

2.2.6.3 CORTOCIRCUITOS.

2.2.6.3.1 OBSERVACIONES.

2.2.6.3.2 CALCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

2.2.6.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN.

2.2.6.3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

2.2.6.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

2.2.6.4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

2.2.6.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

2.2.6.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.

2.2.6.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.

2.2.6.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT

2.2.6.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.2.6.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

2.2.6.9 CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.2.6.9.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

2.2.6.9.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

2.2.6.9.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

2.2.6.9.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

2.2.6.9.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

2.2.6.9.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

2.2.6.9.7 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

2.2.6.9.8 INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

2.2.6.9.9 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

### **3 PLIEGO DE CONDICIONES.**

#### **3. 1 CONDICIONES GENERALES.**

3.1.1 ALCANCE.

3.1.2 REGLAMENTOS Y NORMAS.

3.1.3 REGLAMENTOS Y NORMAS.

3.1.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

3.1.4.1 COMIENZO

3.1.4.2 EJECUCIÓN

3.1.4.3 LIBRO DE ÓRDENES.

3.1.5 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO.

3.1.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS.

- 3.1.7 MODIFICACIONES.
- 3.1.8 OBRA DEFECTUOSA.
- 3.1.9 MEDIDAS AUXILIARES.
- 3.1.10 CONSERVACIÓN DE OBRAS.
- 3.1.11 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS.
  - 3.1.11.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL.
  - 3.1.11.2 PLAZO DE GARANTÍA.
- 3.1.12 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS.
  - 3.1.12.1 MODO DE CONTRATACIÓN.
  - 3.1.12.2 PRESENTACIÓN.
  - 3.1.12.3 SELECCIÓN.
- 3.1.13 FIANZA.
- 3.1.14 CONDICIONES ECONÓMICAS.
  - 3.1.14.1 PRECIOS.
  - 3.1.14.2 REVISIÓN DE PRECIOS.
  - 3.1.14.3 PENALIZACIONES.
  - 3.1.14.4 CONTRATO.
  - 3.1.14.5 RESPONSABILIDADES.
  - 3.1.14.6 RESCISIÓN DE CONTRATO.
  - 3.1.14.7 LIQUIDACIÓN.
- 3.1.15 CONDICIONES FACULTATIVAS.
  - 3.1.15.1 NORMAS A SEGUIR.
  - 3.1.15.2 PERSONAL.
- 3.2 PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE BAJA TENSIÓN.
  - 3.2.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN.
    - 3.2.1.1 CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES.
    - 3.2.1.2 ACCESORIOS.
    - 3.2.1.3 MEDIDAS ELÉCTRICAS.
    - 3.2.1.4 OBRA CIVIL.
    - 3.2.1.5 ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO
  - 3.2.2 NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES.
  - 3.2.3 REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA.
  - 3.2.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.
  - 3.2.5 REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS PERIÓDICAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE INSTALADORES, DE MANTENEDORES Y ÓRGANOS DE CONTROL.
- 3.3 LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN.
  - 3.3.1 MATERIALES.
  - 3.3.2 CONDUCTORES.
  - 3.3.3 CRUCETAS.
  - 3.3.4 AISLAMIENTOS Y HERRAJES.
  - 3.3.5 EMPALMES, CONEXIONES Y RETENCIONES.
  - 3.3.6 APARELLAJE DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN.
  - 3.3.7 PUESTA A TIERRA.
  - 3.3.8 APOYOS.
    - 3.3.8.1 TRANSPORTE Y ACOPIO DE LOS APOYOS.
    - 3.3.8.2 ARMADO E IZADO.
    - 3.3.8.3 PEANA.

- 3.3.9 TENDIDO, TENSADO Y RETENCIONADO.
- 3.3.10 MONTAJES DIVERSOS.
  - 3.3.10.1 JUEGOS TRIFÁSICOS DE CORTOCIRCUITOS FUSIBLES UNIPOLARES PARA ACCIONAMIENTO POR PÉRTIGA.
  - 3.3.10.2 SECCIONADOR TRIFÁSICO CON ACCIONAMIENTO POR MANDO DESDE LA BASE DEL APOYO.
  - 3.1.10.3 NUMERACIÓN DE APOYOS Y COLOCACIÓN DE PLACAS DE AVISO DE PELIGRO ELECTRICO.
  - 3.3.10.4 CERRAMIENTOS EXTERIORES.
- 3.3.11 TOLERANCIA DE EJECUCIÓN.
- 3.4 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN.
  - 3.4.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES .CONDICIONES Y EJECUCIÓN.
    - 3.4.1.1 CABLES AISLADOS DE MEDIA TENSIÓN.
  - 3.4.2 TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, PROTECCIONES, CRUCETAS Y PARALELISMOS.
    - 3.4.2.1 TENDIDO.
    - 3.4.2.2 TERMINALES Y EMPALMES.
    - 3.4.2.3 PROTECCIONES.
    - 3.4.2.4 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS
  - 3.4.3 ACCESORIOS.
  - 3.4.4 OBRA CIVIL.
    - 3.4.4.1 MATERIALES.
  - 3.4.5 ZANJAS, EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO.
  - 3.4.6 NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.
- 3.5 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.
  - 3.5.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES.
    - 3.5.1.1 OBRA CIVIL.
    - 3.5.1.2 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.
    - 3.5.1.3 TRANSFORMADOR DE POTENCIA.
    - 3.5.1.4 EQUIPOS DE MEDIA.
  - 3.5.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.
  - 3.5.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.
  - 3.5.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.
  - 3.5.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.
  - 3.5.6 LIBRO DE ÓRDENES.

## **ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **4. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO**

- 4.1 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.
  - 4.1.1 INTRODUCCIÓN.
  - 4.1.2 DERECHOS Y OBLIGACIONES.
    - 4.1.2.1 DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.
    - 4.1.2.2 PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.
    - 4.1.2.3 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

- 4.1.2.4 EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.
- 4.1.2.5 INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.
- 4.1.2.6 FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.
- 4.1.2.7 MEDIDAS DE EMERGENCIA.
- 4.1.2.8 RIESGO GRAVE E INMINENTE.
- 4.1.2.9 VIGILANCIA DE LA SALUD.
- 4.1.2.10 DOCUMENTACIÓN.
- 4.1.2.11 COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.
- 4.1.2.12 PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.
- 4.1.2.13 PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.
- 4.1.2.14 PROTECCIÓN DE LOS MENORES.
- 4.1.2.15 RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.
- 4.1.2.16 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.
- 4.1.3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN.
- 4.1.3.1 PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.
- 4.1.3.2 SERVICIOS DE PREVENCIÓN.
- 4.1.4 CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.
- 4.1.4.1 CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.
- 4.1.4.2 DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.
- 4.1.4.3 DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

#### 4.2 DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

- 4.2.1 INTRODUCCIÓN.
- 4.2.2 OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

#### 4.3 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

- 4.3.1 INTRODUCCIÓN.
- 4.3.2 OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.
- 4.3.2.1 DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.
- 4.3.2.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.
- 4.3.2.3 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.
- 4.3.2.4 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.
- 4.3.2.5 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

#### 4.4 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

- 4.4.1 INTRODUCCIÓN.



- 4.4.2 ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.
  - 4.4.2.1 RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.
  - 4.4.2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.
  - 4.4.2.3 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.
  - 4.4.2.4 MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.
- 4.4.3 DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

#### 4.5 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

- 4.5.1 INTRODUCCION.
- 4.5.2 OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.
  - 4.5.2.1 PROTECTORES DE LA CABEZA.
  - 4.5.2.2 PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.
  - 4.5.2.3 PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.
  - 4.5.2.4 PROTECTORES DEL CUERPO.
  - 4.5.2.5 EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCION PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

## **PLAN DE GESTION DE RESIDUOS**

### 5 PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

- 5.1 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS.
- 5.2 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO.
- 5.3 OPERACIÓN DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA.
- 5.4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS SEGÚN RD 105/2008, ARTICULO 5 PUNTO 5.
- 5.5 PLANOS DE LA INSTALACIÓN PREVISTAS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS.
- 5.6 PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.
- 5.7 VALORACIÓN DEL COSTE DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS.

## **PRESUPUESTO**

### 6 PRESUPUESTO

- 6.1 PREUPUESTO RED MEDIA TENSION
- 6.2 PREUPUESTO RED BAJATENSION
- 6.3 PRESUPUESTO CENTRO TRANSFORMACION Y REPARTO
- 6.4 PRESUPUESTO CENTRO TRANSFORMADOR TIPO miniBLOK
- 6.5 PRESUPUESTO TOTAL

## **PLANOS**

### 7 PLANOS

<b>PLANO Nº 1</b>	SITUACIÓN
<b>PLANO Nº 2</b>	EMPLAZAMIENTO CARTOGRAFICO
<b>PLANO Nº 3</b>	EMPLAZAMIENTO ORTOFOTOGRAFICO
<b>PLANO Nº 4</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT1
<b>PLANO Nº 5</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT2
<b>PLANO Nº 6</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT3
<b>PLANO Nº 7</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT4
<b>PLANO Nº 8</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT5
<b>PLANO Nº 9</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT6
<b>PLANO Nº 10</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT7
<b>PLANO Nº 11</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT8
<b>PLANO Nº 12</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT9
<b>PLANO Nº 13</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT10
<b>PLANO Nº 14</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT11
<b>PLANO Nº 15</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT12
<b>PLANO Nº 16</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CTR
<b>PLANO Nº 17</b>	LÍNEAS MEDIA TENSIÓN
<b>PLANO Nº 18</b>	DISTRIBUCIÓN DE ZANJAS
<b>PLANO Nº 19</b>	DETALLE ZANJAS ACERA
<b>PLANO Nº 20</b>	DETALLE ZANJAS CALZADA
<b>PLANO Nº 21</b>	DETALLE ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO
<b>PLANO Nº 22</b>	DIMENSIONES MINIBLOK
<b>PLANO Nº 23</b>	DIMENSIONES PFU-5/20
<b>PLANO Nº 24</b>	ESQUEMA UNIFILAR
<b>PLANO Nº 25</b>	APOYOS ENTRONQUE
<b>PLANO Nº 26</b>	PUESTA A TIERRA

# ÍNDICE

## MEMORIA

### 1. MEMORIA

#### 1.1 OBJETO

#### 1.2 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

#### 1.3 TITULAR DE LA INSTALACIÓN INICIAL Y FINAL

#### 1.4 REGLAMENTACIÓN.

#### 1.5 CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR.

#### 1.6 DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA

##### 1.6.1 RED DE MEDIA TENSIÓN

##### 1.6.2 RED DE BAJA TENSIÓN

##### 1.6.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

#### 1.7 PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

#### 1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

##### 1.8.1 TRAZADO BT.

###### 1.8.1.1 LONGITUD

###### 1.8.1.2 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

##### 1.8.2 PUESTA A TIERRA

##### 1.8.3 TRAZADO MT

###### 1.8.3.1 PUNTOS DE ENTRONQUE Y FINAL DE LÍNEA

###### 1.8.3.2 LONGITUD

###### 1.8.3.3 TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS

###### 1.8.3.4 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

##### 1.8.4 ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO

##### 1.8.5 MATERIALES:

###### 1.8.5.1 CONDUCTORES Y AISLAMIENTOS

###### 1.8.5.2 ACCESORIOS

###### 1.8.5.3 PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LÍNEA

##### 1.8.6 ZANJAS, SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO Y MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN

##### 1.8.7 PUESTA A TIERRA

##### 1.8.8 LOCAL DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

###### 1.8.8.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

###### 1.8.8.2 CIMENTACIÓN

###### 1.8.8.3 SOLERA Y PAVIMENTO

###### 1.8.8.4 CERRAMIENTOS EXTERIORES

###### 1.8.8.5 TABIQUERÍA INTERIOR

###### 1.8.8.6 CUBIERTAS

###### 1.8.8.7 FORJADOS Y CUBIERTAS

###### 1.8.8.8 ENLUCIDOS Y PINTURAS

###### 1.8.8.9 VARIOS

##### 1.8.9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

###### 1.8.9.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

###### 1.8.9.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

###### 1.8.9.2.1 CELDA DE ENTRADA Y SALIDA

###### 1.8.9.2.2 CELDA DE PROTECCIÓN

###### 1.8.9.2.3 CELDA DE MEDIDA

###### 1.8.9.2.4 CELDA DEL TRANSFORMADOR

- 1.8.9.3 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN
  - 1.8.9.3.1 EMBARRADO GENERAL
  - 1.8.9.3.2 PIEZAS DE CONEXIÓN
  - 1.8.9.3.3 AISLADORES DE APOYO
  - 1.8.9.3.4 AISLADORES DE PASO
- 1.8.10 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA
- 1.8.11 PUESTA A TIERRA
  - 1.8.11.1 TIERRA DE PROTECCIÓN
  - 1.8.11.2 TIERRA DE SERVICIO
- 1.8.12 CUADRO GENERAL DE B.T. JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO
- 1.8.13 INSTALACIONES SECUNDARIAS
  - 1.8.13.1 ALUMBRADO
  - 1.8.13.2 BATERÍAS DE CONDENSADORES
  - 1.8.13.3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
  - 1.8.13.4 VENTILACIÓN
  - 1.8.13.5 MEDIDAS DE SEGURIDAD
- 1.9 DESCRIPCIÓN DE OBRA CIVIL

## **CALCULOS JUSTIFICATIVOS**

### **2.1 RED DE BAJA TENSIÓN**

#### **2.1.1 PREVISION DE POTENCIAS**

- 2.1.2 CENTRO DE TRASNFORMACION 1
  - 2.1.2.1 ANILLO 1
    - 2.1.2.1.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.1.2.1.2 INTENSIDAD
    - 2.1.2.1.3 CAIDAS DE TENSION
  - 2.1.2.2 ANILLO 2
    - 2.1.2.2.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.1.2.2.2 INTENSIDAD
    - 2.1.2.2.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.3 CENTRO DE TRASNFORMACION 2
  - 2.1.3.1 ANILLO 1
    - 2.1.3.1.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.1.3.1.2 INTENSIDAD
    - 2.1.3.1.3 CAIDAS DE TENSION
  - 2.1.3.2 ANILLO 2
    - 2.1.3.2.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.1.3.2.2 INTENSIDAD
    - 2.1.3.2.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.4 CENTRO DE TRASNFORMACION 3
  - 2.1.4.1 ANILLO 1
    - 2.1.4.1.1 PREVISION DE POTENCIA
    - 2.1.4.1.2 INTENSIDAD
    - 2.1.4.1.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.4.2 ANILLO 2

2.1.4.2.1 PREVISION DE POTENCIA

2.1.4.2.2 INTENSIDAD

2.1.4.2.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.5 CENTRO DE TRASNFORMACION 4

2.1.5.1 ANILLO 1

2.1.5.1.1 PREVISION DE POTENCIA

2.1.5.1.2 INTENSIDAD

2.1.5.1.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.5.2 ANILLO 2

2.1.5.2.1 PREVISION DE POTENCIA

2.1.5.2.2 INTENSIDAD

2.1.5.2.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.6 CENTRO DE TRASNFORMACION 5

2.1.6.1 ANILLO 1

2.1.6.1.1 PREVISION DE POTENCIA

2.1.6.1.2 INTENSIDAD

2.1.6.1.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.6.2 ANILLO 2

2.1.6.2.1 PREVISION DE POTENCIA

2.1.6.2.2 INTENSIDAD

2.1.6.2.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.7 CENTRO DE TRASNFORMACION 6

2.1.7.1 ANILLO 1

2.1.7.1.1 PREVISION DE POTENCIA

2.1.7.1.2 INTENSIDAD

2.1.7.1.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.7.2 ANILLO 2

2.1.7.2.1 PREVISION DE POTENCIA

2.1.7.2.2 INTENSIDAD

2.1.7.2.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.8 CENTRO DE TRASNFORMACION 7

2.1.8.1 ANILLO 1

2.1.8.1.1 PREVISION DE POTENCIA

2.1.8.1.2 INTENSIDAD

2.1.8.1.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.8.2 ANILLO 2

2.1.8.2.1 PREVISION DE POTENCIA

2.1.8.2.2 INTENSIDAD

2.1.8.2.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.9 CENTRO DE TRASNFORMACION 8

2.1.9.1 ANILLO 1

2.1.9.1.1 PREVISION DE POTENCIA

2.1.9.1.2 INTENSIDAD

2.1.9.1.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.9.2 ANILLO 2

2.1.9.2.1 PREVISION DE POTENCIA

- 2.1.9.2.2 INTENSIDAD
- 2.1.9.2.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.10 CENTRO DE TRASNFORMACION 9

- 2.1.10.1 ANILLO 1
  - 2.1.10.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.10.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.10.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.10.2 ANILLO 2
  - 2.1.10.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.10.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.10.2.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.11 CENTRO DE TRASNFORMACION 10

- 2.1.11.1 ANILLO 1
  - 2.1.11.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.11.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.11.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.11.2 ANILLO 2
  - 2.1.11.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.11.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.11.2.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.12 CENTRO DE TRASNFORMACION 11

- 2.1.12.1 ANILLO 1
  - 2.1.12.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.12.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.12.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.12.2 ANILLO 2
  - 2.1.12.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.12.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.12.2.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.13 CENTRO DE TRASNFORMACION 12

- 2.1.13.1 ANILLO 1
  - 2.1.13.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.13.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.13.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.13.2 ANILLO 2
  - 2.1.13.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.13.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.13.2.3 CAIDAS DE TENSION

2.1.14 CENTRO DE TRASNFORMACION DE REPARTO

- 2.1.14.1 ANILLO 1
  - 2.1.14.1.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.14.1.2 INTENSIDAD
  - 2.1.14.1.3 CAIDAS DE TENSION
- 2.1.14.2 ANILLO 2
  - 2.1.14.2.1 PREVISION DE POTENCIA
  - 2.1.14.2.2 INTENSIDAD
  - 2.1.14.2.3 CAIDAS DE TENSION

## 2.2 CÁLCULOS DE MEDIA TENSIÓN

### 2.2.1 CÁLCULOS LÍNEA AEREA DE MEDIA TENSIÓN AL APOYO FIN DE LÍNEA (ACOMETIDA)

### 2.2.2 CÁLCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (ACOMETIDA) A CENTRO REPARTO

#### 2.2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

#### 2.2.2.2 CRITERIO DE CALENTAMIENTO

#### 2.2.2.3 CRITERIO DE CORTOCIRCUITO

#### 2.2.2.4 CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

### 2.2.3 CÁLCULOS LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN DE CENTRO REPARTO AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO PARA UN CENTRO COMERCIAL

#### 2.2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

#### 2.2.3.2 CRITERIO DE CALENTAMIENTO

#### 2.2.3.3 CRITERIO DE CORTOCIRCUITO

#### 2.2.3.4 CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

### 2.2.4 CÁLCULOS ANILLO MT

#### 2.2.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

#### 2.2.4.2 CRITERIO DE CALENTAMIENTO

#### 2.2.4.3 CRITERIO DE CORTOCIRCUITO

#### 2.2.4.4 CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

### 2.2.5 CALCULO TRANSFORMADOR MINIBLOK

#### 2.2.5.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

#### 2.2.5.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

#### 2.2.5.3 CORTOCIRCUITOS

##### 2.2.5.3.1 OBSERVACIONES

##### 2.2.5.3.2 CALCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

##### 2.2.5.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

##### 2.2.5.3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

#### 2.2.5.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

##### 2.2.5.4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

##### 2.2.5.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

##### 2.2.5.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

#### 2.2.5.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

#### 2.2.5.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT

#### 2.2.5.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

#### 2.2.5.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

#### 2.2.5.9 CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

##### 2.2.5.9.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

##### 2.2.5.9.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A

##### TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

##### 2.2.5.9.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

##### 2.2.5.9.4 CALCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

##### 2.2.5.9.5 CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

##### 2.2.5.9.6 CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

##### 2.2.5.9.7 CALCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

##### 2.2.5.9.8 INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIDAS AL EXTERIOR

##### 2.2.5.9.9 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.

**2.2.6 CALCULO TRANSFORMADOR DE REPARTO PFU-5/20**

2.2.6.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.

2.2.6.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

2.2.6.3 CORTOCIRCUITOS.

2.2.6.3.1 OBSERVACIONES.

2.2.6.3.2 CALCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

2.2.6.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN.

2.2.6.3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

2.2.6.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

2.2.6.4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

2.2.6.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

2.2.6.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.

2.2.6.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.

2.2.6.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT

2.2.6.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.2.6.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

2.2.6.9 CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.2.6.9.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

2.2.6.9.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A

TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

2.2.6.9.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

2.2.6.9.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

2.2.6.9.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

2.2.6.9.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

2.2.6.9.7 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

2.2.6.9.8 INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

2.2.6.9.9 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

### **3 PLIEGO DE CONDICIONES.**

#### **3. 1 CONDICIONES GENERALES.**

3.1.1 ALCANCE.

3.1.2 REGLAMENTOS Y NORMAS.

3.1.3 REGLAMENTOS Y NORMAS.

3.1.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

3.1.4.1 COMIENZO

3.1.4.2 EJECUCIÓN

3.1.4.3 LIBRO DE ÓRDENES.

3.1.5 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO.

3.1.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS.

3.1.7 MODIFICACIONES.

3.1.8 OBRA DEFECTUOSA.

3.1.9 MEDIDAS AUXILIARES.

3.1.10 CONSERVACIÓN DE OBRAS.

3.1.11 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS.

3.1.11.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL.



- 3.1.11.2 PLAZO DE GARANTÍA.
- 3.1.12 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS.
  - 3.1.12.1 MODO DE CONTRATACIÓN.
  - 3.1.12.2 PRESENTACIÓN.
  - 3.1.12.3 SELECCIÓN.
- 3.1.13 FIANZA.
- 3.1.14 CONDICIONES ECONÓMICAS.
  - 3.1.14.1 PRECIOS.
  - 3.1.14.2 REVISIÓN DE PRECIOS.
  - 3.1.14.3 PENALIZACIONES.
  - 3.1.14.4 CONTRATO.
  - 3.1.14.5 RESPONSABILIDADES.
  - 3.1.14.6 RESCISIÓN DE CONTRATO.
  - 3.1.14.7 LIQUIDACIÓN.
- 3.1.15 CONDICIONES FACULTATIVAS.
  - 3.1.15.1 NORMAS A SEGUIR.
  - 3.1.15.2 PERSONAL.
- 3.2 PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE BAJA TENSIÓN.
  - 3.2.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN.
    - 3.2.1.1 CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES.
    - 3.2.1.2 ACCESORIOS.
    - 3.2.1.3 MEDIDAS ELÉCTRICAS.
    - 3.2.1.4 OBRA CIVIL.
    - 3.2.1.5 ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO
  - 3.2.2 NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES.
  - 3.2.3 REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA.
  - 3.2.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.
  - 3.2.5 REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS PERIÓDICAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE INSTALADORES, DE MANTENEDORES Y ÓRGANOS DE CONTROL.
- 3.3 LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN.
  - 3.3.1 MATERIALES.
  - 3.3.2 CONDUCTORES.
  - 3.3.3 CRUCETAS.
  - 3.3.4 AISLAMIENTOS Y HERRAJES.
  - 3.3.5 EMPALMES, CONEXIONES Y RETENCIONES.
  - 3.3.6 APARELLAJE DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN.
  - 3.3.7 PUESTA A TIERRA.
  - 3.3.8 APOYOS.
    - 3.3.8.1 TRANSPORTE Y ACOPIO DE LOS APOYOS.
    - 3.3.8.2 ARMADO E IZADO.
    - 3.3.8.3 PEANA.
  - 3.3.9 TENDIDO, TENSADO Y RETENCIONADO.
  - 3.3.10 MONTAJES DIVERSOS.
    - 3.3.10.1 JUEGOS TRIFÁSICOS DE CORTOCIRCUITOS FUSIBLES UNIPOLARES PARA ACCIONAMIENTO POR PÉRTIGA.
    - 3.3.10.2 SECCIONADOR TRIFÁSICO CON ACCIONAMIENTO POR MANDO DESDE LA BASE DEL APOYO.

3.1.10.3 NUMERACIÓN DE APOYOS Y COLOCACIÓN DE PLACAS DE AVISO DE PELIGRO ELECTRICO.

3.3.10.4 CERRAMIENTOS EXTERIORES.

3.3.11 TOLERANCIA DE EJECUCIÓN.

3.4 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN.

3.4.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES .CONDICIONES Y EJECUCIÓN.

3.4.1.1 CABLES AISLADOS DE MEDIA TENSIÓN.

3.4.2 TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, PROTECCIONES, CRUCETAS Y PARALELISMOS.

3.4.2.1 TENDIDO.

3.4.2.2 TERMINALES Y EMPALMES.

3.4.2.3 PROTECCIONES.

3.4.2.4 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

3.4.3 ACCESORIOS.

3.4.4 OBRA CIVIL.

3.4.4.1 MATERIALES.

3.4.5 ZANJAS, EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO.

3.4.6 NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

3.5 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

3.5.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES.

3.5.1.1 OBRA CIVIL.

3.5.1.2 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.

3.5.1.3 TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

3.5.1.4 EQUIPOS DE MEDIA.

3.5.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

3.5.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

3.5.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

3.5.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

3.5.6 LIBRO DE ÓRDENES.

## **ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **4. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO**

4.1 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

4.1.1 INTRODUCCION.

4.1.2 DERECHOS Y OBLIGACIONES.

4.1.2.1 DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.

4.1.2.2 PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.

4.1.2.3 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

4.1.2.4 EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.

4.1.2.5 INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

4.1.2.6 FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

4.1.2.7 MEDIDAS DE EMERGENCIA.

4.1.2.8 RIESGO GRAVE E INMINENTE.

4.1.2.9 VIGILANCIA DE LA SALUD.

4.1.2.10 DOCUMENTACIÓN.

4.1.2.11 COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

4.1.2.12 PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

4.1.2.13 PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.

4.1.2.14 PROTECCIÓN DE LOS MENORES.

4.1.2.15 RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

4.1.2.16 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

4.1.3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

4.1.3.1 PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

4.1.3.2 SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

4.1.4 CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

4.1.4.1 CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

4.1.4.2 DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.

4.1.4.3 DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

4.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

4.2.1 INTRODUCCIÓN.

4.2.2 OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

4.3 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

4.3.1 INTRODUCCIÓN.

4.3.2 OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

4.3.2.1 DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

4.3.2.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.

4.3.2.3 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.

4.3.2.4 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

4.3.2.5 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

4.4 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

4.4.1 INTRODUCCIÓN.

4.4.2 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

4.4.2.1 RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

4.4.2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

4.4.2.3 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.

4.4.2.4 MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSION.

4.4.3 DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

4.5 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

4.5.1 INTRODUCCION.

4.5.2 OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

4.5.2.1 PROTECTORES DE LA CABEZA.

4.5.2.2 PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

4.5.2.3 PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

4.5.2.4 PROTECTORES DEL CUERPO.

4.5.2.5 EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCION PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

## **PLAN DE GESTION DE RESIDUOS**

### **5 PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

5.1 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS.

5.2 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO.

5.3 OPERACIÓN DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA.

5.4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS SEGÚN RD 105/2008, ARTICULO 5 PUNTO 5.

5.5 PLANOS DE LA INSTALACIÓN PREVISTAS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS.

5.6 PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

5.7 VALORACIÓN DEL COSTE DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS.

## **PRESUPUESTO**

### **6 PRESUPUESTO**

6.1 PREUPUESTO RED MEDIA TENSION

6.2 PREUPUESTO RED BAJATENSION

6.3 PRESUPUESTO CENTRO TRANSFORMACION Y REPARTO

6.4 PRESUPUESTO CENTRO TRANSFORMADOR TIPO miniBLOK

6.5 PRESUPUESTO TOTAL

## **PLANOS**

### **7 PLANOS**

**PLANO Nº 1** SITUACIÓN

**PLANO Nº 2** EMPLAZAMIENTO CARTOGRAFICO

**PLANO Nº 3** EMPLAZAMIENTO ORTOFOTOGRAFICO

**PLANO Nº 4** LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT1

<b>PLANO Nº 5</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT2
<b>PLANO Nº 6</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT3
<b>PLANO Nº 7</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT4
<b>PLANO Nº 8</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT5
<b>PLANO Nº 9</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT6
<b>PLANO Nº 10</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT7
<b>PLANO Nº 11</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT8
<b>PLANO Nº 12</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT9
<b>PLANO Nº 13</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT10
<b>PLANO Nº 14</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT11
<b>PLANO Nº 15</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CT12
<b>PLANO Nº 16</b>	LÍNEAS BAJA TENSIÓN CTR
<b>PLANO Nº 17</b>	LÍNEAS MEDIA TENSIÓN
<b>PLANO Nº 18</b>	DISTRIBUCIÓN DE ZANJAS
<b>PLANO Nº 19</b>	DETALLE ZANJAS ACERA
<b>PLANO Nº 20</b>	DETALLE ZANJAS CALZADA
<b>PLANO Nº 21</b>	DETALLE ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO
<b>PLANO Nº 22</b>	DIMENSIONES MINIBLOK
<b>PLANO Nº 23</b>	DIMENSIONES PFU-5/20
<b>PLANO Nº 24</b>	ESQUEMA UNIFILAR
<b>PLANO Nº 25</b>	APOYOS ENTRONQUE
<b>PLANO Nº 26</b>	PUESTA A TIERRA



# MEMORIA

## 1.1 OBJETO.

Este proyecto tiene por objeto definir las características técnicas y de seguridad del suministro eléctrico de las diferentes parcelas que componen el polígono industrial, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo, y obtener las autorizaciones pertinentes por parte de los organismos competentes, especialmente el Excmo. Ayuntamiento de Blanca, Consejería de Industria de la Región de Murcia y la Compañía suministradora de energía eléctrica “Iberdrola, S.A.”.

## 1.2 SITUACION Y EMPLAZAMIENTO.

El Polígono residencial queda emplazado en Blanca, tal como se indica en el plano de situación, número 1.

## 1.3 TITULAR DE LA INSTALACIÓN INICIAL Y FINAL.

El titular de las líneas de MT donde se realiza el entronque, es Iberdrola, y el resto de instalaciones son los propietarios del Polígono Industrial, siendo objeto de cesión las líneas de distribución de Media y Baja Tensión, así como los centros de transformación al propietario final, Iberdrola S.A.

## 1.4 REGLAMENTACION.

En el presente proyecto las normas que se han aplicado y que están en uso actualmente son:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normas particulares y de normalización de Iberdrola.
- Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Blanca.
- Contenidos mínimos en proyectos, Resolución de 3 de Julio de 2003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo de certificado como consecuencia de la aprobación por el real decreto 842/2002, de 2 de Agosto, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCLAT 01 a 09.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- CEI 61330 UNE-EN 61330, Centros de Transformación prefabricados.
- RU 1303A, Centros de Transformación prefabricados de hormigón.
- NBE-X, Normas básicas de la edificación.
- CEI 60694 UNE-EN 60694, Estipulaciones comunes para las normas de aparcamiento de Alta Tensión.
- CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X, Compatibilidad electromagnética (CEM).



- CEI 60298 UNE-EN 60298, Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- CEI 60129 UNE-EN 60129, Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- RU 6407B, Aparamenta prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafloruro de Azufre SF6 para Centros de Transformación de hasta 36 kV.
- CEI 60265-1 UNE-EN 60265-1, Interruptores de Alta Tensión. Parte 1:
- CEI 60420 UNE-EN 60420, Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.
- CEI 60076-X UNE-EN 60076-X, Transformadores de potencia.
- UNE 20101-X-X, Transformadores de potencia.
- RU 5201D, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.
- UNE 21428-X-X, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 kVA A 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

### 1.5 CATEGORIA DE LA LINEA Y POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR.

La línea objeto del presente proyecto es de una tensión nominal de 20 kV por lo que pertenece a la 3ª Categoría.

Las previsiones de potencia son las siguientes:

PARCELA	POTENCIA(kW)
1	220,8
2	312,8
3	110,4
4	997,3
5	998,65
6	193,2
7	202,4
8	598,71
9	912,9
10	248,4
11	202,4
12	165,6
13	303,6
14	156,4
15	156,4
16	128,8
17	220,8
18	119,6
19	1070,66
20	685
21	73,6
EQUIPAMIENTO SOCIAL	16,61246
EQUIPAMIENTO JUVENIL	99,8755
JARDIN 1	21,55
JARDIN 2	24,066
JARDIN 3	8,55
JARDIN 4	12,817
JARDIN 5	13,34
JARDIN 6	7,9
ALUMBRADO VIALES	60
TOTAL	8343,13

Potencia de cada transformador:

<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	<b>POTENCIA(kVA)</b>
CT1	400
CT2	400
CT3	400
CT4	400
CT5	400
CT6	400
CT7	400
CT8	400
CT9	400
CT10	400
CT11	400
CT12	400
CT CENTRO COMERCIAL	630
CTR	400

Potencia a transportar en media tensión:

Se deberá alimentar a los 13 transformadores proyectados además de un centro de transformación adyacente junto al polígono, esto supone un total de 5830kVA

## **1.6 DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA**

### **1.6.1 RED DE MEDIA TENSIÓN**

En media tensión se prevé que se construya una línea de acometida para la alimentación de la red en anillo y para el suministro de un centro de transformación abonado situado junto al polígono residencial, la red en anillo para el suministro de los 14 transformadores que los componen y la línea procedente del centro de transformación y reparto para el suministro del centro de transformación del centro comercial.

### **1.6.2 RED DE BAJA TENSIÓN**

La red de BT está compuesta por 15 parcelas (1, 2, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 21) de viviendas unifamiliares de electrificación elevada, 6 parcelas (4, 5, 8, 9, 19 y 20) de edificios de electrificación básica, 6 parcelas destinadas a jardines, una parcela destinada a un centro social, una parcela destina a un centro juvenil, y el alumbrado de los viales del polígono residencial.

Las viviendas unifamiliares tendrán una electrificación elevada mientras que las viviendas para los edificios será una electrificación básica, en cuanto a las zonas de los jardines la potencia que le asignaremos será la correspondiente a una luminaria 100 W/30 m<sup>2</sup>, el centro social se le asignará una potencia de 10 W/m<sup>2</sup>, al centro educativo se le asignará una potencia de 5 W/m<sup>2</sup> y la potencia que se tendrá en cuenta para el alumbrado de viales se resolverá instalando dos centros de mando de 20 kW cada uno.

### **1.6.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

Los Centros de Transformación tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

Centro de Transformación PFU:

- CGMcosmos: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

- CGMcosmos: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

Centros de Transformación MINIBLOK:

- CGMcosmos: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

### **1.7 PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

La ejecución de las instalaciones referidas al presente proyecto se ejecutaran a los seis meses una vez presentado y aprobado el proyecto.

### **1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

#### **1.8.1 TRAZADO DE BAJA TENSIÓN**

El presente proyecto consta de la realización de veintiséis anillos en baja tensión que se describen a continuación.

#### **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1**

##### **Anillo 1**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGPM.J4, CGP.V16.1, CGP.V16.2, CGP.V16.3, CGP.V16.4, CGP.V16.5, CGP.V16.6, CGP.V14.1, CGP.V14.2, CGP.V14.3, CGP.V14.4, CGP.V14.5, CGP.V14.6, CGP.V14.7, CGP.V14.8, CGP.V14.9 y CGP.V16.7

##### **Anillo 2**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V15.1, CGP.V15.3, CGP.V12.1, CGP.V12.2, CGP.V12.3, CGP.V9.1, CGP.V12.4, CGP.V12.5, CGP.V12.6, CGP.V12.7, CGP.V12.8, CGP.V12.9, CGP.V15.4 y CGP.V15.2

## **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2**

### **Anillo 1**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V19.1, CGP.V19.3, CGP.V19.5, CGP.G19.2, CGP.V19.6, CGP.V19.4, CGP.V19.2 y CGP.G19.1

### **Anillo 2**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGPM.J5, CGP.V20.2, CGP.V20.4, CGP.V21.2, CGP.V21.3, CGP.V21.4, CGP.V21.5, CGP.V21.1, CGP.V20.3 y CGP.V20.1

## **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3**

### **Anillo 1**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.G20, CGP.V20.9, CGP.V20.7, CGP.V20.5, CGP.V20.6, CGP.V20.8 y CGP.V20.10

### **Anillo 2**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V18.1, CGP.V18.2, CGP.V18.3, CGP.V18.4, CGP.V18.5, CGP.V18.6 y CGP.V18.7

## **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4**

### **Anillo 1**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V19.13, CGP.V19.11, CGP.V19.9, CGP.V19.7, CGP.V19.8, CGP.V19.10, CGP.V19.12 y CGP.V19.14

### **Anillo 2**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V19.15, CGP.V17.1, CGP.V17.2, CGP.V17.3, CGP.V17.4, CGP.V17.5, CGP.ES, CGP.V17.6, CGP.V17.7, CGP.V17.8, CGP.V17.9, CGP.V17.10, CGP.V17.11 y CGP.V17.12

## **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5**

### **Anillo 1**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V13.15, CGP.V11.1, CGP.V11.2, CGP.V11.3, CGP.V11.4, CGP.V11.5, CGP.V11.6, CGP.V11.7, CGP.V11.8, CGP.V11.9, CGP.V11.10 y CGP.V11.11

### **Anillo 2**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGPM.J6

CGP.V13.1, CGP.V13.2, CGP.V13.3, CGP.V13.4, CGP.V13.5, CGP.V13.6, CGP.V13.7, CGP.V13.8, CGP.V13.9, CGP.V13.10, CGP.V13.11, CGP.V13.12, CGP.V13.13, CGP.V13.14, CGP.V13.16 y CGP.V13.17

## **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 6**

### **Anillo 1**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V8.3, CGP.V8.5, CGP.V8.7, CGP.G8, CGP.V8.8, CGP.V8.6, CGP.V8.4 y CGP.V8.2

### **Anillo 2**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGPM.J3, CGP.V8.1, CGP.V7.1, CGP.V7.2, CGP.V7.3, CGP.V7.4, CGP.V7.5, CGP.V7.6, CGP.V7.7, CGP.V7.8, CGP.V7.9, CGP.V7.10 y CGP.V7.11

## **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 7**

### **Anillo 1**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V9.5, CGP.V9.7, CGP.V9.9, CGP.V9.10, CGP.V9.8 y CGP.V9.6

### **Anillo 2**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V9.4, CGP.9.2, CGP.G9, CGP.V9.11, CGP.V9.12 y CGP.V9.3

## **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 8**

### **Anillo 1**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGPM.J2, CGP.V5.4, CGP.V5.8, CGP.V5.10, CGP.V5.7 y CGP.V5.3

### **Anillo 2**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V5.1, CGP.V5.5, CGP.V5.9, CGP.V5.6 y CGP.V5.2

## **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 9**

### **Anillo 1**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V4.4, CGP.V4.8, CGP.V4.10, CGP.V4.7 y CGP.V4.3

### **Anillo 2**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V4.1, CGP.V4.5, CGP.V4.9, CGP.V4.6 y CGP.V4.2

## **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 10**

### **Anillo 1**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V1.1, CGP.V1.2, CGP.V1.3, CGP.V1.4, CGP.V1.5, CGP.V1.6, CGP.V1.7, CGP.V1.8, CGP.V1.9, CGP.V1.10 y

CGP.V1.11

### **Anillo 2**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.AV2, CGP.V3.1, CGP.V3.2, CGP.V3.3, CGP.V3.4, CGP.V3.5, CGP.V3.6, CGP.V1.12, CGP.EJ y CGPM.J1

## **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 11**

### **Anillo 1**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.G5.2, CGP.V5.14, CGP.V5.12, CGP.V5.11, CGP.V5.13 y CGP.G5.1

### **Anillo 2**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.G4.2, CGP.V4.14, CGP.V4.12, CGP.V4.11, CGP.V4.13 y CGP.G4.1

## **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 12**

### **Anillo 1**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V2.2, CGP.V2.4, CGP.V2.5, CGP.V2.6, CGP.V2.7, CGP.V2.8, CGP.V2.9, CGP.V2.10, CGP.V2.11, CGP.V2.12, CGP.V2.13, CGP.V2.14, CGP.V2.15, CGP.V2.16 y CGP.V2.17

### **Anillo 2**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V2.1, CGP.V6.1, CGP.V6.2, CGP.V6.3, CGP.V6.4, CGP.V6.5, CGP.V6.6, CGP.V6.7, CGP.V6.8, CGP.V6.9, CGP.V6.10, CGP.V6.11, CGP.AV3 y CGP.V2.3

## **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE REPARTO**

### **Anillo 1**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V10.1, CGP.V10.2, CGP.V10.3, CGP.V10.4, CGP.V10.5, CGP.V10.6, CGP.V10.7, CGP.V10.8, CGP.V10.9, CGP.V10.10, CGP.V10.11, CGP.V10.12, CGP.V10.13 y CGP.V10.14

### **Anillo 2**

Alimenta a las cajas generales de protección:

CGP.V15.7, CGP.V15.9, CGP.AV1, CGP.V15.8, CGP.V15.6 y CGP.V15.5

### **1.8.1.1. LONGITUD**

La longitud total de las líneas subterráneas de baja tensión a proyectar es de 8814,376 m aproximadamente.

A continuación se procederá a describir las longitudes por separado de cada uno de los anillos y de sus correspondientes ramas.

-CT1 Anillo 1 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 183,82 m.
- Rama 2 con una longitud de 209,49 m.

El CT1 anillo 1 tendrá una longitud total de 429,11 m.

-CT1 Anillo 2 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 215,43 m.
- Rama 2 con una longitud de 236,81 m.

El CT1 anillo 2 tendrá una longitud total de 468,84 m.

-CT2 Anillo 1 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 127 m.
- Rama 2 con una longitud de 116,78 m.

El CT2 anillo 1 tendrá una longitud total de 256,02 m.

-CT2 Anillo 2 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 151,8m.
- Rama 2 con una longitud de 152,85m.

El CT2 anillo 2 tendrá una longitud total de 348,34 m.

-CT3 Anillo 1 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 77,79 m.
- Rama 2 con una longitud de 111,47 m.

El CT3 anillo 1 tendrá una longitud total de 222,94 m.

-CT3 Anillo 2 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 75,34 m.
- Rama 2 con una longitud de 98,25 m.

El CT3 anillo 2 tendrá una longitud total de 210,36 m.

-CT4 Anillo 1 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 134,16 m.
- Rama 2 con una longitud de 121,92 m.

El CT4 anillo 1 tendrá una longitud total de 268,32 m.

-CT4 Anillo 2 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 132,02m.
- Rama 2 con una longitud de 206,71m.

El CT4 anillo 2 tendrá una longitud total de 361,31 m.

-CT5 Anillo 1 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 199,23m.
- Rama 2 con una longitud de 221,7m.

El CT5 anillo 1 tendrá una longitud total de 468,29 m.

-CT5 Anillo 2 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 171,05 m.
- Rama 2 con una longitud de 209,04 m.

El CT5 anillo 2 tendrá una longitud total de 403,88 m.

-CT6 Anillo 1 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 160,715 m.
- Rama 2 con una longitud de 146,432 m.

El CT6 anillo 1 tendrá una longitud total de 321,522 m.

- CT6 Anillo 2 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 80,272 m.
- Rama 2 con una longitud de 245,522 m.

El CT6 anillo2 tendrá una longitud total de 391,654 m.

- CT7 Anillo 1 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 84,7 m.
- Rama 2 con una longitud de 113,06 m.

El CT7 anillo 1 tendrá una longitud total de 211,95 m.

-CT7 Anillo 2 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 118,79 m.
- Rama 2 con una longitud de 160,56 m.

El CT7 anillo 2 tendrá una longitud total de 305,28 m.

-CT8 Anillo 1 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 96,93 m.
- Rama 2 con una longitud de 133,88 m.

El CT8 anillo 1 tendrá una longitud total de 259,77 m.

-CT8 Anillo 2 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 51,9 m.
- Rama 2 con una longitud de 119,4 m.

El CT8 anillo 2 tendrá una longitud total de 238,8 m.

-CT9 Anillo 1 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 128,39 m.
- Rama 2 con una longitud de 85,88 m.

EL CT9 anillo 1 tendrá una longitud total de 256,78 m.



-CT9 Anillo 2 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 47,95 m.
- Rama 2 con una longitud de 114,22 m.

El CT9 anillo 2 tendrá una longitud total de 228,44 m.

-CT10 Anillo 1 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 162,19 m.
- Rama 2 con una longitud de 266,48 m.

El CT10 anillo 1 tendrá una longitud total de 477,49 m.

-CT10 Anillo 2 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 263,85 m.
- Rama 2 con una longitud de 166,14 m.

El CT10 anillo 2 tendrá una longitud total de 493,5 m.

-CT11 Anillo 1 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 90,72 m.
- Rama 2 con una longitud de 115,37 m.

El CT11 anillo 1 tendrá una longitud total de 230,74 m.

-CT11 Anillo 2 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 50,8 m.
- Rama 2 con una longitud de 75,13 m.

El CT11 anillo 2 tendrá una longitud total de 150,26 m.

-CT12 Anillo 1 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 333,89 m.
- Rama 2 con una longitud de 310,89 m.

El CT12 anillo 1 tendrá una longitud total de 679 m.

-CT12 Anillo 2 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 204,6 m.
- Rama 2 con una longitud de 270,05 m.

El CT12 anillo 2 tendrá una longitud total de 493,21 m.

-CTR Anillo 1 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 171,17 m.
- Rama 2 con una longitud de 161,41 m.

El CTR anillo 1 tendrá una longitud total de 387,63 m.

-CTR Anillo 2 constituido por:

- Rama 1 con una longitud de 102,84 m.
- Rama 2 con una longitud de 116,88 m.

El CTR anillo 2 tendrá una longitud total de 250,94 m.

### **1.8.1.2. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS**

#### **Cruzamientos**

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados.

#### Calles y carreteras

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

#### Ferrocarriles

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón y siempre que sea posible, perpendiculares a la vía, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

#### Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurran por encima de los de alta tensión.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

#### Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

#### Canalizaciones de agua y gas

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

### Conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

### Depósitos de carburante

Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión y distarán, como mínimo, 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

### **Proximidad y paralelismos.**

Los cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

### Otros cables de energía eléctrica

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

En el caso de que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de baja tensión, podrá instalarlos a menor distancia, incluso en contacto.

### **Cables de telecomunicación**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

### Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

#### Canalizaciones de gas

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal. Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

### **1.8.2. PUESTA A TIERRA**

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centro de transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según Reglamento de Baja Tensión.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección o en las cajas de seccionamiento o en las cajas generales de protección medida, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup> de Cu, como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.

### **1.8.3. TRAZADO MEDIA TENSIÓN**

El trazado de media tensión constará de una línea de alimentación desde el punto de entronque, que se encuentra situado en una LSMT cercana que nos facilita la compañía, al centro de transformación y reparto, una línea que alimentará en punta a un centro de transformación de tipo abonado de facturación en alta tensión y de un anillo que unirán todos los centros de transformación de tipo compañía que conforman el presente proyecto.

La longitud total del trazado de MT del presente proyecto es de 2074,71 m aproximadamente.

#### **1.8.3.1. PUNTOS DE ENTRONQUE Y FINAL DE LÍNEA**

La conexión a la red de Iberdrola se realizará en el punto señalado en el plano de emplazamiento e indicado por Iberdrola en su carta de punto de conexión en la LSMT, el final de línea será en centro de transformación y reparto PFU-5/20 kV, para la electrificación del presente proyecto.

La conexión a la red de Iberdrola se realizará mediante dos juegos de empalmes de aislamiento seco y se integrará en el anillo de Iberdrola colocando en cada centro de transformación dos celdas de línea.

### **1.8.3.2. LONGITUD**

A continuación se dará con detalle longitudes de las líneas de alimentación y el anillo de media tensión.

La longitud de la línea de alimentación desde el punto de conexión de Iberdrola al centro de transformación y reparto es de 136,59 m aproximadamente.

La longitud del anillo de media tensión que une los centros de transformación que proyectamos en este proyecto es de 2074,71 m aproximadamente.

### **1.8.3.3. TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS**

El término municipal afectado corresponde al M.I. Ayuntamiento de Blanca.

### **1.8.3.4. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS**

Las condiciones que se cumplen en los cruces y paralelismos las instalaciones de MT serán las siguientes:

Cruzamientos:

Se evitarán cruzamientos con L.S.M.T. y alcantarillado, solo con las calles. Si en algún punto se cruzase con la red general de alcantarillado, este cruce se realizará entubado al igual que el de calzadas y se procurará que sea siempre por encima de las mismas.

- Calles y Carreteras: Los conductores se colocarán en tubos protectores recubiertos de hormigón a una profundidad mínima de 0.8 metros.

- Otros conductores de energía: En los cruzamientos de los conductores con otros de Alta Tensión la distancia entre ellos deberá de ser como mínimo de 0,25m.

- Con Canalizaciones de Agua: Los conductores se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m.

Canalizaciones:

Los cables irán entubados y por ello, para las canalizaciones deben de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, siempre que sea posible, no admitiéndose su instalación bajo calzada excepto en los cruces, evitando los ángulo pronunciados. La longitud de la canalización será lo más corta posible, a no ser que se prevea la instalación futura de un nuevo abonado alimentado con la misma línea.

2. El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo: 10 veces el diámetro exterior.

3. Los cruces de las calzadas deberán de ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible.

4. Los cables se alojarán en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

En el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de río de un espesor de 10 cm en el lecho de la zanja, sobre la que se colocarán los cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de idénticas características con un espesor mínimo de 10 cm, sobre esta capa se colocará una protección mecánica, que se tapará con 25 cm de zahorra o tierras de la propia excavación, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

La protección mecánica estará constituida por un tubo de PVC de 160 mm de diámetro cuando por la zanja discurra 1 ó 2 líneas y por un tubo y placas cubrecables de plástico cuando el número sea mayor.

Finalmente se construirá el pavimento si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

#### Canalización Entubada:

En estas canalizaciones el cable irá entubado en todo o gran parte de su trazado.

Estarán constituidos por tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en zanja.

Las características de estos tubos serán las establecidas en las NI 52.95.02 y NI 52.95.03.

El diámetro interior de los tubos será 1,5 veces el cable y como mínimo de 100 mm.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán de arquetas registrables o cerradas, para facilitar la manipulación.

Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta.

La zanja tendrá una anchura mínima de 35 cm para la colocación de un tubo recto de 160 mm<sup>2</sup>, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta, el sellado de los tubos ocupados se realizará con espuma de poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos, o tres planos y con una separación entre ellos de 2 cm, tanto en su proyección vertical como horizontal, la separación entre tubos y paredes de zanja deberá ser de 5cm.

La profunda de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad de 60 cm, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo.

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales. En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 5 cm de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 10 cm por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, evitando que se produzca discontinuidad del cimiento debido a la colocación de las piedras, si no hay piedra disponible se utilizará hormigón H-250.

#### Empalmes y conexiones:

Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Así mismo deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que puede originar el terreno.

#### **1.8.4. ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO**

La red de la cual alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo a la tensión de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida es de 350 MVA lo que equivale a 10 KA eficaces, según datos proporcionados por la Compañía Suministradora.

En el apoyo aéreo-subterráneo previo al transformador se instalarán unos pararrayos autovalvulares de resistencia variable, de características 24 Kv de tensión más elevada y 5 kA de corriente de descarga nominal, de las siguientes características:

Tensión de aislamiento:	24 kV
Corriente carga nominal:	5 kA
Nivel de protección:	80 kV
Tensión residual:	80 kV

El cable subterráneo, en la subida a la red aérea, ira protegido con un tubo de acero galvanizado, que se empotrara en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel de terreno un mínimo de 2,5m. En el tubo se alojaran las tres fases y su diámetro interior será 1,5 veces el de la terna de cables, con un mínimo de 150 mm.

#### **1.8.5. MATERIALES:**

##### **1.8.5.1. CONDUCTORES Y AISLAMIENTOS**

A título informativo, se incluye las características correspondientes a los tipos constructivos de cable.

Todos los tipos constructivos se ajustaran a lo indicado en la norma UNE HD 620 y/o Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC 06:

<b>Conductor.</b>	<b>Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022. En el caso del cable con aislamiento XLPE, este estará obturado mediante hilaturas hidrófugas</b>
<b>Pantalla sobre el conductor.</b>	Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.
<b>Aislamiento.</b>	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR) o polietileno reticulado (XLPE).
<b>Pantalla sobre el aislamiento.</b>	Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
<b>Obturación.</b>	Solo aplicable a cables con aislamiento en XLPE y consistirá en una cinta obturante colocada helicoidalmente
<b>Cubierta.</b>	Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes. Se consideran dos tipos de cubierta normal y cubierta de seguridad contra la llama tipo (S).

Tipos seleccionados: Los reseñados en la tabla 1.

<b>Tabla 1</b>			
<b>Tipo constructivo</b>	<b>Tensión nominal kV</b>	<b>Sección conductor mm<sup>2</sup></b>	<b>Sección pantalla mm<sup>2</sup></b>
<b>HEPRZ1 o RHZ1</b>	12/20	150	16
		240	16
		400	16
	18/30	150	25
		240	25
		400	25

En el caso de incorporación de nuevas secciones a este Manual técnico, estas se ajustaran las indicadas en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, ITC -06.



**Tabla 2A****Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)**

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μF/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t &lt; 5s 250°C

**Tabla 2B****Características cables con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)**

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μF/km
150	12/20	0,265	0,110	0,242
240		0,162	0,101	0,295
400		0,102	0,090	0,390
50	18/30	0,265	0,125	0,183
240		0,162	0,102	0,221
400		0,102	0,097	0,286

Temperatura máxima en servicio permanente 90°C

Temperatura máxima en cortocircuito t &lt; 5s 250°C

**1.8.5.2. ACCESORIOS**

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los empalmes y las terminaciones se realizarán siguiendo el Manual Técnico (MT) correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminaciones: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.

Conectores separables apantallados enchufables: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.

Empalmes: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.

### **1.8.5.3. PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LÍNEA**

#### Protección contra sobreintensidades

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de los transformadores, así como los sistemas de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

El proyectista analizará la existencia de fenómenos de ferorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, en cuyo caso se utilizará de seccionamiento tripolar en lugar de seccionamiento unipolar.

#### Protección contra cortocircuitos

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en el capítulo 6 de la presente instrucción.

Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

#### Protecciones contra sobrecargas

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas

conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

#### Protección contra sobretensiones

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 Y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 Y UNE-EN 60099-5.

#### **1.8.6. ZANJAS, SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO Y MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN**

Lo indicado en este apartado es válido para instalaciones cuya tensión nominal de la red no sea superior a 30 kV. Para tensiones mayores, el proyectista determinará y justificará en cada caso las condiciones de instalación y distancias.

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos. Así mismo, deberá tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que pueden soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección.

En la etapa de proyecto deberá contactarse con las empresas de servicio público y con las posibles propietarias de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocidas, antes de proceder a la apertura de las zanjas, la empresa instaladora abrirá calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de quipos de detección, como el georradar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Los cables podrán instalarse en las formas que se indican a continuación.

#### Directamente enterrados

La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.

Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. Por el contrario, deberán aumentarse cuando las condiciones que se establecen en el capítulo 5 así lo exijan.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales.

Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J Y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de AT Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

#### En canalización entubada

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada. Estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a una vez y media del diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. No se instalará más de un circuito por tubo.

Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables.

En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

### **1.8.7. PUESTA A TIERRA**

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra, por lo menos en una de sus cajas terminales extremas. Cuando no se conecten ambos extremos a tierra, el proyectista deberá justificar en el extremo no conectado que las tensiones provocadas por el efecto de las faltas a tierra o por inducción de tensión entre la tierra y pantalla, no producen una tensión de contacto aplicada superiores al valor indicado en la ITC-LAT 07, salvo que en este extremo la pantalla esté protegida por envolvente metálica puesta a tierra o sea inaccesible.

Asimismo, también deberá justificar que el aislamiento de la cubierta es suficiente para soportar las tensiones que pueden aparecer en servicio o en caso de defecto.

### **1.8.8. LOCAL DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

Los Centros estarán ubicados en una caseta o envolvente independiente destinada únicamente a esta finalidad. En ella se ha instalado toda la aparamenta y demás equipos eléctricos, así como al transformador de potencia.

Para el diseño de estos centros de transformación se han observado todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos y accesos, al igual que las distancias mínimas entre elementos en tensión que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión.

Las dimensiones del centro de transformación y reparto deben permitir las siguientes consignas:

- El movimiento y colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación eléctrica.
- La ejecución de maniobras propias de su explotación y operaciones de mantenimiento en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen.  
Como norma general los centros de transformación deberán cumplir también las siguientes consignas:
- No contendrá canalizaciones ajenas al CT, tales como agua, aire, gas, teléfonos, etc.
- Será construido enteramente con materiales no combustibles.
- Los elementos delimitadores del CT (muros, tabiques, cubiertas, etc.), así como los estructurales en él contenidos (vigas, pilares, etc.) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con la NBE CPI-96 y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase M0 de acuerdo con la Norma UNE 23727.
- Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.
- Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.
- Bajo la solera se disponen los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión.

#### **1.8.8.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

Centro de transformación y reparto tipo PFU-5/20 de Ormazábal.

Los edificios PFU constan de una envolvente de hormigón, instalado en superficie, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos: desde la aparamenta de Media Tensión, hasta los cuadros de Baja Tensión, incluyendo los transformadores, dispositivos de Control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos Centros de Transformación es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

Centro de transformación tipo miniBLOK 24 de Ormazábal.

El miniBLOK es un Centro de Transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado para redes públicas de distribución eléctrica en MT.

El miniBLOK es aplicable a redes de distribución de hasta 24 kV, donde se precisa de un transformador de 400 kVA en nuestro caso.

Se trata de un producto construido de serie, ensayado y suministrados como una unidad, que consiste en un equipo compacto asociado tipo MB formado por 2 celdas de Línea y una de Protección, un Transformador, un Cuadro de Baja Tensión y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares, todo ello en el interior de una envolvente de hormigón.

La concepción de estos centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la sustitución de cualquiera de sus componentes.

Así mismo, la utilización de aparamenta de MT con aislamiento integral en gas reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.

#### **1.8.8.2. CIMENTACIÓN**

Centro de transformación y reparto tipo PFU-5/20 de Ormazábal.

Para la ubicación del Centro de Transformación PFU es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

Centro de transformación tipo miniBLOK 24 de Ormazábal.

No procede.

#### **1.8.8.3. SOLERA Y PAVIMENTO**

No procede al ser centros de transformación de tipo prefabricado.

#### **1.8.8.4. CERRAMIENTOS EXTERIORES**

Tanto en el tipo PFU-5/20 como en el tipo miniBLOK el cerramiento exterior está compuesto por una envolvente prefabricada de hormigón armado.

#### **1.8.8.5. TABIQUERÍA INTERIOR**

No se dispone de tabiquería interior en ninguno de los centros de transformación que se tratan en este proyecto.

#### **1.8.8.6. CUBIERTAS**

La cubierta está formada por piezas de hormigón armado, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre ésta, desaguando directamente al exterior desde su perímetro. Las piezas de hormigón serán con inserciones en la parte superior para su manipulación.

#### **1.8.8.7. FORJADOS Y CUBIERTAS**

No procede al tratarse de centros de transformación de tipo prefabricado.

#### **1.8.8.8. ENLUCIDOS Y PINTURAS**

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica o epoxy, haciéndolas muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

#### **1.8.8.9. VARIOS**

##### Centro de transformación y reparto tipo PFU-5/20 de Ormazábal.

##### **- Accesos:**

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180º) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

##### **- Ventilación:**

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

##### **- Acabado:**

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad:

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A.

- Alumbrado:

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Características detalladas:

Nº de transformadores: **1**  
Nº reserva de celdas: **1**  
Tipo de ventilación: **Normal**  
Puertas de acceso peatón: **1 puerta de acceso**  
Dimensiones exteriores:  
Longitud: **6.080 mm**  
Fondo: **2.380 mm**  
Altura: **3.045 mm**  
Altura vista: **2.585 mm**  
Peso: **17.460 kg**  
Dimensiones interiores:  
Longitud: **5.900 mm**  
Fondo: **2.200 mm**  
Altura: **2.355 mm**

Dimensiones de la excavación:

Las dimensiones de la excavación variaran en relación al anillo de puesta a tierra.

Centro de transformación tipo miniBLOK 24 de Ormazábal.

- Características detalladas:

Nº de transformadores: **1**  
Puertas de acceso peatón: **1 puerta**  
Dimensiones exteriores:  
Longitud: **1.890 mm**  
Fondo: **1.673 mm**  
Altura: **1.532 mm**  
Peso: **1.950 kg**

Dimensiones de la excavación:

Las dimensiones de la excavación variaran en relación al anillo de puesta a tierra.



### **1.8.9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

#### **1.8.9.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN**

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La compañía suministradora nos ha facilitado los datos correspondientes a la potencia de cortocircuito en el punto de acometida, esta potencia es de 350 MVA que equivale a 10 KA eficaces.

#### **1.8.9.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN**

Protección y seguridad de personas, bienes y equipos ante los efectos de arcos internos (clase IAC), acreditada con los ensayos realizados conforme a la norma IEC 62271-200.

Insensibilidad ante entornos ambientales agresivos (incluidas inundaciones temporales) larga vida útil y ausencia de mantenimiento de las partes activas proporcionadas por su aislamiento integral en gas y el uso de conectores apantallados.

Flexibilidad de configuración para todo tipo de esquemas. El conjunto de unión ORMALINK patentado en 1991 por Ormazábal aporta modularidad total y extensibilidad futura, en ambas direcciones.

Fáciles tareas de manipulación e instalación gracias a unas dimensiones y pesos reducidos.

Seguridad y sencillez de operación mediante elementos de maniobra ergonómicos que integran enclavamientos de serie.

Seguridad adicional mediante unidades ekorSYS: ekorVPIS, indicador luminoso de presencia de tensión; y ekorSAS, alarma sonora de prevención de puesta a tierra. Posibilidad de montar accesorios y realizar pruebas bajo tensión.

Tubos portafusible en posición horizontal, con acceso frontal y protegidos dentro de la cuba de gas.

Facilidad de conexión de cables, mediante bornas enchufables o atornillables, dispuestas en línea frontalmente.

La cuba, sellada y aislada en gas SF<sub>6</sub>, alberga el embarrado, los elementos de maniobra y los elementos de corte. El dieléctrico utilizado actúa como medio de aislamiento y de extinción. La cuba está provista de una membrana para dirigir de forma segura la salida de los gases en caso de arco interno, y de manómetro para el control de la presión del gas aislante.

El embarrado conecta los pasatapas monofásicos del exterior de la celda con los elementos de corte de su interior.

Los compartimentos portafusibles proporcionan aislamiento adicional y estanqueidad contra la polución, los cambios de temperatura y condiciones climáticas adversas. Desde su interior la acción del percutor del fusible se transmite a la timonería de disparo.

El mecanismo de maniobra permite realizar las operaciones de conexión y desconexión en los circuitos de Media Tensión.

Los esquemas sinópticos frontales integran los dispositivos de señalización de posición. Máxima fiabilidad verificada mediante el ensayo de cadena cinemática del mecanismo de señalización según IEC 62271-102.

El compartimento de cables, ubicado en la zona inferior delantera de la celda, dispone de tapa enclavada con el seccionador de puesta a tierra, la cual permite acceso frontal a los cables de Media Tensión.

La conexión de los cables aislados de Media Tensión procedentes del exterior se realiza mediante pasatapas que admiten conectores enchufables o atornillables aislados con o sin pantallas equipotenciales.

Las celdas CGMCOSMOS están diseñadas para la protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200.

#### Enclavamientos

Estas celdas disponen de enclavamientos internos de serie que permiten un servicio fiable y seguro, de acuerdo a las exigencias de la norma IEC 62271-200.

El conjunto de enclavamientos evita operaciones inseguras:

- Imposibilita cerrar simultáneamente el interruptor-seccionador y el seccionador de puesta a tierra.
- Permite la apertura de la tapa de acceso a los cables de Media Tensión únicamente con el seccionador de puesta a tierra conectado.
- Condiciona el acceso a la zona de cables / portafusibles.

Las celdas del sistema CGMCOSMOS admiten independientemente la condenación de maniobras por candado del interruptor y del seccionador de puesta a tierra.

Opcionalmente, existen dispositivos de condenación de maniobras mediante cerradura.

#### **1.8.9.2.1. CELDA DE ENTRADA Y SALIDA**

##### CGMCOSMOS-L

Celda modular con función de línea o acometida, provista de interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra).

Extensibilidad: derecha, izquierda y ambos lados.

- Características eléctricas:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS				
Tensión asignada*	$U_r$	[kV]	12	24
Frecuencia asignada	$f_r$	[Hz]	50/60	50/60
Corriente asignada				
en barras e interconexión de celdas	$I_r$	[A]	400/630	400/630
acometida	$I_r$	[A]	400/630	400/630
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial (1 min)				
fase-tierra y entre fases	$U_d$	[kV]	28	50
distancia de seccionamiento	$U_d$	[kV]	32	60
Tensión soportada asignada a impulso de tipo rayo				
fase-tierra y entre fases	$U_p$	[kV]	75	125
distancia de seccionamiento	$U_p$	[kV]	85	145
Clasificación arco interno	IAC AFL		16 kA 1 s / 20** kA 1 s	
Grado de protección	IP		IP33 + IPX7	

Interruptor-Seccionador s/ IEC 60265-1 + IEC 62271-102				
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)				
Valor $t_k = 1$ s o 3 s	$I_k$	[kA]	16/20**/25#	16/20**
Valor de cresta	$I_p$	[kA]	40/52**/62,5#	40/52**
Poder de corte asignado de corriente principalmente activa	$I_l$	[A]	400/630	
Poder de corte asignado de cables en vacío	$I_{da}$	[A]	50/1,5	
Poder de corte asignado de bucle cerrado	$I_{2a}$	[A]	400/630	
Poder de corte asignado en caso de defecto a tierra	$I_{6a}$	[A]	300	
Poder de corte asignado de cables/líneas en vacío en caso de defecto a tierra	$I_{6b}$	[A]	100	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de cresta)	$I_{ma}$	[kA]	40/52**/62,5#	40/52**
Categoría del interruptor				
Endurancia mecánica			1000-M1 (manual) 5000-M2 (motor)	
Ciclos de maniobras (cierres cc)- clase			5-E3	

Seccionador de Puesta a Tierra s/ IEC 62271-102				
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierras)				
Valor $t_k = 1 \text{ s}$ o $3 \text{ s}$	$I_k$	[kA]	16/20**/25#	16/20**
Valor de cresta	$I_p$	[kA]	40/52**/62,5#	40/52**
Poder de cierre del Seccionador de Puesta a Tierra (valor de cresta)	$I_{ma}$	[kA]	40/52**/62,5#	40/52**
Categoría del Seccionador de Puesta a Tierra				
Endurancia mecánica (manual)			1000-M0	
Ciclos de maniobras (cierres cc)- clase			5-E2	
* También disponible $U_r = 7,2 \text{ kV}$ bajo pedido				
** Ensayos realizados con corriente 21 kA / 52,5 kA				
# Valor sólo válido para $t_k = 1 \text{ s}$				

### CGMCOSMOS-2LP

Celda compacta (RMU) con dos funciones de línea y una de protección con fusibles, que incluye tanto las prestaciones de las celdas de línea como la de protección, albergadas en una única cuba.

Extensibilidad: derecha, izquierda, ambos lados o ninguna.

- Características eléctricas:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		L		P	
Tensión asignada*	$U_r$ [kV]	12	24	12	24
Frecuencia asignada	$f_r$ [Hz]	50/60	50/60	50/60	50/60
<b>Corriente asignada</b>					
en barras e interconexión de celdas	$I_r$ [A]	400/630	400/630	400/630	400/630
acometida	$I_r$ [A]	400/630	400/630	-	-
en bajante de transformador	$I_r$ [A]	-	-	200	200
<b>Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial (1 min)</b>					
fase-tierra y entre fases	$U_d$ [kV]	28	50	28	50
distancia de seccionamiento	$U_d$ [kV]	32	60	32	60
<b>Tensión soportada asignada a impulso de tipo rayo</b>					
fase-tierra y entre fases	$U_p$ [kV]	75	125	75	125
distancia de seccionamiento	$U_p$ [kV]	85	145	85	145
Clasificación arco interno	IAC AFL	16 kA 1 s / 20** kA 1 s			
Grado de protección	IP	IP33 + IPX7			

Interrupor-Seccionador s/ IEC 60265-1 + IEC 62271-102		L		P	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)					
Valor $t_k = 1$ s o 3 s	$I_k$ [kA]	16/20**/25*	16/20**	16/20**/25*	16/20**
Valor de cresta	$I_p$ [kA]	40/52**/62,5*	40/52**	40/52**/62,5*	40/52**
Poder de corte asignado de corriente principalmente activa	$I_A$ [A]	400/630		200	
Poder de corte asignado de cables en vacío	$I_{do}$ [A]	50/1,5		-	-
Poder de corte asignado de bucle cerrado	$I_{so}$ [A]	400/630		-	-
Poder de corte asignado en caso de defecto a tierra	$I_{eo}$ [A]	300		-	-
Poder de corte asignado de cables/lineas en vacío en caso de defecto a tierra	$I_{db}$ [A]	100		-	-
Poder de cierre del interruptor principal (valor de cresta)	$I_{ma}$ [kA]	40/52**/62,5*	40/52**	40/52**/62,5*	40/52**
Categoría del interruptor					
Endurancia mecánica		1000-M1 (manual) / 5000-M2 (motor)			
Ciclos de maniobras (cierres cc)- clase		5-E3			
Corriente de intersección combinado interruptor-relé (ekorRPT)					
$I_{ma}$ de corte s/ TD <sub>90</sub> IEC 62271-105	[A]	-	-	1250	1250
Corriente de transición combinado interruptor-fusible					
$I_{ma}$ de corte s/ TD <sub>90</sub> IEC 62271-105	[A]	-	-	1500	1300
Seccionador de Puesta a Tierra s/ IEC 62271-102		L		P	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierras)					
Valor $t_k = 1$ s o 3 s	$I_k$ [kA]	16/20**/25*	16/20**	1/3	
Valor de cresta	$I_p$ [kA]	40/52**/62,5*	40/52**	2,5/7,5	
Poder de cierre del Seccionador de Puesta a Tierra (valor de cresta)	$I_{ma}$ [kA]	40/52**/62,5*	40/52**	2,5/7,5	
Categoría del Seccionador de Puesta a Tierra					
Endurancia mecánica (manual)		1000-M0			
Ciclos de maniobras (cierres cc)- clase		5-E2			
* También disponible $U_i = 7,2$ kV bajo pedido					
** Ensayos realizados con corriente 21 kA / 52,5 kA					
# Valor sólo válido para $t_k = 1$ s					

### 1.8.9.2.2. CELDA DE PROTECCIÓN

#### CGMCOSMOS-P.

Celda modular con función de protección con fusibles, provista de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra; antes y después de los fusibles) y protección con fusibles limitadores.

Extensibilidad: derecha, izquierda y ambos lados.

- Características eléctricas:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS				
<b>Tensión asignada*</b>	$U_r$	<b>[kV]</b>	12	24
<b>Frecuencia asignada</b>	$f_r$	<b>[Hz]</b>	50/60	50/60
<b>Corriente asignada</b>				
en barras e interconexión de celdas	$I_r$	<b>[A]</b>	400/630	400/630
en bajante de transformador	$I_r$	<b>[A]</b>	200	200
<b>Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial (1 min)</b>				
fase-tierra y entre fases	$U_d$	<b>[kV]</b>	28	50
distancia de seccionamiento	$U_d$	<b>[kV]</b>	32	60
<b>Tensión soportada asignada a impulso de tipo rayo</b>				
fase-tierra y entre fases	$U_p$	<b>[kV]</b>	75	125
distancia de seccionamiento	$U_p$	<b>[kV]</b>	85	145
<b>Categoría de arco interno</b>	IAC AFL		16 kA 1 s / 20** kA 1 s	
<b>Grado de protección</b>	IP		IP33 + IPX7	

#### Interruptor-Seccionador s/ IEC 60265-1 + IEC 62271-102

##### Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)

Valor $t_k = 1 \text{ s}$ o $3 \text{ s}$	$I_k$	<b>[kA]</b>	16/20**/25 <sup>#</sup>	16/20**
Valor de cresta	$I_p$	<b>[kA]</b>	40/52**/62,5 <sup>#</sup>	40/52**
<b>Poder de corte asignado de corriente principalmente activa</b>	$I_1$	<b>[A]</b>	200	
<b>Poder de cierre del interruptor principal (valor de cresta)</b>	$I_{ma}$	<b>[kA]</b>	40/52**/62,5 <sup>#</sup>	40/52**

##### Categoría del interruptor

Endurancia mecánica	1000-M1 (manual) 5000-M2 (motor)			
Ciclos de maniobras (cierres cc)- clase	5-E3			

##### Corriente de intersección combinado interruptor-relé (ekorRPT)

$I_{m\acute{a}x}$ de corte s/ $TD_{ilo}$ IEC 62271-105	<b>[A]</b>	1700	1300
--	------------	------	------

##### Corriente de transición combinado interruptor-fusible

$I_{m\acute{a}x}$ de corte s/ $TD_{it\acute{r}ansfer}$ IEC 62271-105	<b>[A]</b>	2300	1600
--	------------	------	------

<b>Categoría del Seccionador de Puesta a Tierra s/ IEC 62271-102</b>			
<b>Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierras)</b>			
Valor $t_k = 1 \text{ s}$ o $3 \text{ s}$	$I_k$	<b>[kA]</b>	1/3
Valor de cresta	$I_p$	<b>[kA]</b>	2,5/7,5
<b>Poder de cierre del Seccionador de Puesta a Tierra (valor de cresta)</b>	$I_{ma}$	<b>[kA]</b>	2,5/7,5
<b>Categoría del Seccionador de Puesta a Tierra</b>			
Endurancia mecánica (manual)			1000-M0
Ciclos de maniobras (cierres cc)- clase			5-E2
* También disponible $U_r = 7,2 \text{ kV}$ bajo pedido			
** Ensayos realizados con corriente 21 kA / 52,5 kA			
# Valor sólo válido para $t_k = 1 \text{ s}$			

#### 1.8.9.2.3. CELDA DE MEDIDA

No procede.

#### 1.8.9.2.4. CELDA DEL TRANSFORMADOR

Transformador ORMAZABAL de 400 kVA y 24 kV de nivel de aislamiento que cumple las siguientes características:

- Transformador trifásico, 50 Hz para instalación en interior o exterior.
- Herméticos de llenado integral.
- Sumergidos en Aceite mineral de acuerdo a la norma IEC 60296.
- Refrigeración ONAN.
- Color azul oscuro, de acuerdo a la norma UNE 21428.

#### 1.8.9.3. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características de la celda ni en las características de la aparamenta.

##### 1.8.9.3.1. EMBARRADO GENERAL

El embarrado conecta los pasatapas monofásicos del exterior de la celda con los elementos de corte de su interior.

La unión eléctrica entre los diferentes módulos del sistema CGMCOSMOS se realiza mediante el conjunto ORMALINK, patentando en 1991 por Ormazábal.

Las celdas extensibles disponen de tulipas (pasatapas hembras laterales), que facilitan la conexión entre sus embarrados principales. Ormazábal ha desarrollado una variante de ORMALINK que incorpora salida capacitiva para la indicación de presencia de tensión en barras.

#### **1.8.9.3.2. PIEZAS DE CONEXIÓN**

Las interconexiones se hacen directas con cable de MT y BT.

La conexión de los cables aislados de Media Tensión procedentes del exterior se realiza mediante pasatapas que admiten conectores enchufables o atornillables aislados con o sin pantallas equipotenciales.

#### **1.8.9.3.3. AISLADORES DE APOYO**

No procede.

#### **1.8.9.3.4. AISLADORES DE PASO**

No procede.

#### **1.8.10. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA**

No procede ya que al ser centros de tipo compañía no se efectúan medidas de energía eléctrica.

#### **1.8.11. PUESTA A TIERRA**

Para la puesta a tierra se tendrá en cuenta las prescripciones generales de seguridad de la instrucción técnica complementaria MIE-RAT 13.

##### **1.8.11.1. TIERRA DE PROTECCIÓN**

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Salvo las excepciones señaladas en los apartados que se citan, se pondrán a tierra los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las vallas y cercas metálicas.
- Las columnas, soportes, pórticos, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.
- Los blindajes metálicos de los cables.



- Las carcasas de transformadores, generadores, motores, y otras máquinas.
- Hilos de guarda o cables de tierra de las líneas aéreas.

La tierra interior de protección se realizará con cable de cobre desnudo formando un anillo, y conectará a tierra los elementos descritos anteriormente. Se empleará cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección, especificado en la NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas eléctricas aéreas y subestaciones de alta tensión".

#### **1.8.11.2. TIERRA DE SERVICIO**

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los neutros de los transformadores, que lo precisen en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
- El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

El sistema de tierras estará constituido exclusivamente de cobre, empleándose cable de cobre aislado de 50 mm<sup>2</sup> de sección, tipo DN-RA con una tensión asignada de 0,6/1kV, (especificado en la norma NI 56.31.71 "Cable unipolar DN-RA con conductor de cobre para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV"), y picas cilíndricas de acero-cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud. La tierra interior de servicio hasta la primera pica se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado 0,6/1 kV.

#### **1.8.12. CUADRO GENERAL DE B.T. JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO**

Centro de transformación y reparto tipo PFU-5/20 de Ormazábal.

Cuadro de baja tensión ORMAZABAL CBTO-C de hasta ocho salidas para redes de distribución pública de baja tensión y uso en el interior de centro de transformación.

Características eléctricas:

- Tensión asignada 440 V.
- Intensidad asignada 1600 A.
- Tensión soportada a frecuencia industrial 2.5 kV (partes activas) y 10 kV (partes activas – masa).
- Tensión soportada a impulso tipo rayo 20 kV.
- Intensidad de cortocircuito 25 kA/1s.

- Grado de protección IP 2X, IK 08.

Centro de transformación tipo miniBLOK 24 de Ormazábal.

Cuadro de Baja Tensión de 4 salidas, con unidad de control y protección, así como acometida auxiliar de socorro.

Características eléctricas:

- Tensión asignada (V) 440
- Intensidad asignada (A) 1000
- Intensidad asignada (A)/ nº salidas 400 / 4

### **1.8.13. INSTALACIONES SECUNDARIAS**

#### **1.8.13.1. ALUMBRADO**

Al tratar con centros de transformación de tipo prefabricado irán dotados de circuito de alumbrado y servicios auxiliares.

#### **1.8.13.2. BATERÍAS DE CONDENSADORES**

No se prevén baterías de condensadores.

#### **1.8.13.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

Centro de transformación y reparto tipo PFU-5/20 de Ormazábal.

Este centro de transformación cuenta con la siguiente protección contra incendios:

- Foso de recogida de dieléctrico líquido, con revestimiento resistente y estanco, diseñado y dimensionado teniendo en cuenta el volumen de dieléctrico líquido que puedan recibir.
- Elementos de protección cortafuegos adicionales: lecho de guijarros sobre el foso de recogida de dieléctrico.

Centro de transformación tipo miniBLOK 24 de Ormazábal.

Este tipo de centro de transformación cuenta con la siguiente protección contra incendios:

- Baja carga térmica de los dieléctricos: menor volumen que en otras soluciones de mercado.
- Aislamientos ignífugos.
- Protección de equipos que limita el riesgo de incendio de sus dieléctricos líquidos.
- Protección permanente frente a eventuales derrames de dieléctrico líquido debido a la disposición de fosos de recogida de aceite, con revestimiento resistente y estanco.

#### **1.8.13.4. VENTILACIÓN**

La ventilación de los centros de transformación debe cumplir lo establecido en la instrucción complementaria MIE-RAT 14. En nuestro caso al ser centros de transformación prefabricados vienen calculados y ensayados con las siguientes características:

- Por circulación natural de aire, clase 10, a través de dos rejillas de entrada instaladas en las paredes de la envolvente y una salida perimetral superior.
- Ensayos y modelización de ventilación natural con transformadores Ormazábal, para la optimización de la vida útil de los mismos.

#### **1.8.13.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD**

No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

Para el centro de transformación de tipo mimiBLOK-24 tendremos las siguientes medidas de seguridad.

No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

## **1.9. DESCRIPCIÓN DE OBRA CIVIL**

Se procede a describir los distintos tipos de soterramiento de cables contemplados en el presente proyecto.

### Directamente enterrados.

La profundidad, hasta la parte inferior del cable, será de 0.70 metros.

Para conseguir que el cable quede correctamente instalado sin haber recibido daño alguno, y que ofrezca seguridad frente a excavaciones hechas por terceros, en la instalación de los cables se seguirán las instrucciones descritas a continuación:

- El lecho de la zanja que va a recibir el cable será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se dispondrá una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo 0,05 m sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,10 m de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales.
- Por encima de la arena todos los cables deberán tener una protección mecánica, como por ejemplo, losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente. Podrá admitirse el empleo de otras protecciones mecánicas equivalentes. Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión. Su distancia mínima al suelo será de 0,10 m, y a la parte superior del cable de 0,25m.
- Se admitirá también la colocación de placas con la doble misión de protección mecánica y de señalización.

### En canalizaciones entubadas.

Serán conformes con las especificaciones del apartado 1.2.4 de la ITC-BT-21 del reglamento electrotécnico de baja tensión. No se instalará más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no.

Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores.

# CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

## 2.1 RED DE BAJA TENSIÓN

### 2.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIAS

El cómputo de potencias se realiza en base al tipo de electrificación, básica o elevada, y al uso final destinado de cada una de las parcelas del polígono residencial, este se muestra en la siguiente tabla:

PREVISION DE CARGAS				
PARCELA Nº	NUM. C.G.P.	NUM. VIVIENDAS	ELECTRIFICACION	VIVIENDA TIPO
1	12	24	ELEVADA	UNIFAMILIAR
2	17	34	ELEVADA	UNIFAMILIAR
3	6	12	ELEVADA	UNIFAMILIAR
4	14	140	BASICA	COLECTIVA
5	14	140	BASICA	COLECTIVA
6	11	21	ELEVADA	UNIFAMILIAR
7	11	22	ELEVADA	UNIFAMILIAR
8	8	88	BASICA	COLECTIVA
9	12	132	BASICA	COLECTIVA
10	14	27	ELEVADA	UNIFAMILIAR
11	11	22	ELEVADA	UNIFAMILIAR
12	9	18	ELEVADA	UNIFAMILIAR
13	17	33	ELEVADA	UNIFAMILIAR
14	9	17	ELEVADA	UNIFAMILIAR
15	9	17	ELEVADA	UNIFAMILIAR
16	7	14	ELEVADA	UNIFAMILIAR
17	12	24	ELEVADA	UNIFAMILIAR
18	7	13	ELEVADA	UNIFAMILIAR
19	15	150	BASICA	COLECTIVA
20	10	100	BASICA	COLECTIVA
21	5	8	ELEVADA	UNIFAMILIAR
EQUIPAMIENTO SOCIAL			Previsión de 10 W/m <sup>2</sup>	
EQUIPAMIENTO EDUCATIVO			Previsión de 5 W/m <sup>2</sup>	
JARDINES			Luminaria Na HP 100 W. cada 30 m <sup>2</sup> .	
ALUMBRADO DE VIALES			TRES CENTROS DE MANDO 20 kW/UD.	

#### PARCELA 1

24 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

Potencia total=24 x 9,2 = 220,8 kW

## PARCELA 2

34 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

Potencia total=34 x 9,2 = 312,8 kW

## PARCELA 3

12 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

Potencia total=12 x 9,2 = 110,4 kW

## PARCELA 4

140 viviendas con electrificación básica 5,75kW/vivienda repartidas en 14 escaleras con ascensor y servicios generales, con 10 viviendas por escalera.

Servicios generales: Aplicamos un valor de 2,5 kW

Ascensor ITA-1 de 4,5 kW de potencia

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

Potencia por escalera = 10 x 5,75 + 2,5 + 4,5 = 64,5 kW

Garaje común a todos los edificios con ventilación forzada de 20 w/m<sup>2</sup> según establece la ICT-BT-10. Normalmente las potencias de los garajes salen demasiado elevadas para el consumo que realmente tienen, por esto se puede hacer una reducción del 15 o 20% de la superficie de dicho garaje. Haciendo una reducción del 20% tenemos:

Superficie P4 = 5893,6 m<sup>2</sup>

5893,6 – 20% = 4714,88 m<sup>2</sup>

Potencia del garaje:

$$P_{\text{garaje}} = (20 \text{ w/m}^2) * (4714,88 \text{ m}^2) = 94297,6 \text{ w} = 94,3 \text{ kW}$$

Potencia total parcela 4:

$$\text{Potencia total} = 64,5 \text{ kW} \times 14 + 94,3 \text{ kW} = 997,3 \text{ kW}$$

## PARCELA 5

140 viviendas con electrificación básica 5,75kW/vivienda repartidas en 14 escaleras con ascensor y servicios generales, con 10 viviendas por escalera.

Servicios generales: Aplicamos un valor de 2,5 kW

Ascensor ITA-1 de 4,5 kW de potencia

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

$$\text{Potencia por escalera} = 10 \times 5,75 + 2,5 + 4,5 = 64,5 \text{ kW}$$

Garaje común a todos los edificios con ventilación forzada de 20 w/m<sup>2</sup> según establece la ICT-BT-10. Normalmente las potencias de los garajes salen demasiado elevadas para el consumo que realmente tienen, por esto se puede hacer una reducción del 15 o 20% de la superficie de dicho garaje. Haciendo una reducción del 20% tenemos:

$$\text{Superficie P5} = 5977,89 \text{ m}^2$$

$$5977,89 - 20\% = 4782,31 \text{ m}^2$$

Potencia del garaje:

$$P_{\text{garaje}} = (20 \text{ w/m}^2) * (4782,31 \text{ m}^2) = 95646,24 \text{ w} = 95,65 \text{ kW}$$

Potencia total parcela 5:

$$\text{Potencia total} = 64,5 \text{ kW} \times 14 + 95,65 \text{ kW} = 998,65 \text{ kW}$$

### PARCELA 6

21 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

Potencia total: 193,2 kW

### PARCELA 7

22 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

Potencia total: 202,4 kW

### PARCELA 8

88 viviendas con electrificación básica 5,75kW/vivienda repartidas en 8 escaleras con ascensor y servicios generales, con 11 viviendas por escalera.

Servicios generales: Aplicamos un valor de 2,5 kW

Ascensor ITA-1 de 4,5 kW de potencia

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

Potencia por escalera =  $11 \times 5,75 + 2,5 + 4,5 = 70,25$  kW

Garaje común a todos los edificios con ventilación forzada de  $20 \text{ w/m}^2$  según establece la ICT-BT-10. Normalmente las potencias de los garajes salen demasiado elevadas para el consumo que realmente tienen, por esto se puede hacer una reducción del 15 o 20% de la superficie de dicho garaje. Haciendo una reducción del 20% tenemos:

Superficie P8 =  $2294,23 \text{ m}^2$

$2294,23 - 20\% = 1835,38 \text{ m}^2$

Potencia del garaje:

$P_{\text{garaje}} = (20 \text{ w/m}^2) \times (1835,38 \text{ m}^2) = 36707,68 \text{ w} = 36,71 \text{ kW}$

Potencia total parcela 8:



$$\text{Potencia total} = 70,25 \text{ kW} \times 8 + 36,71 = 598,71 \text{ kW}$$

### PARCELA 9

132 viviendas con electrificación básica 5,75kW/vivienda repartidas en 12 escaleras con ascensor y servicios generales, con 11 viviendas por escalera.

Servicios generales: Aplicamos el mínimo establecido de 2,5 kW

Ascensor ITA-1 de 4,5 kW de potencia

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

$$\text{Potencia por escalera} = 11 \times 5,75 + 2,5 + 4,5 = 70,25 \text{ kW}$$

Garaje común a todos los edificios con ventilación forzada de 20 w/m<sup>2</sup> según establece la ICT-BT-10. Normalmente las potencias de los garajes salen demasiado elevadas para el consumo que realmente tienen, por esto se puede hacer una reducción del 15 o 20% de la superficie de dicho garaje. Haciendo una reducción del 20% tenemos:

$$\text{Superficie P9} = 4369,04 \text{ m}^2$$

$$4369,04 - 20\% = 3495,23 \text{ m}^2$$

Potencia del garaje:

$$P_{\text{garaje}} = (20 \text{ w/m}^2) \times (3495,23 \text{ m}^2) = 69904,64 \text{ w} = 69,9 \text{ kW}$$

$$\text{Potencia total} = 70,25 \text{ kW} \times 12 + 69,9 \text{ kW} = 912,9 \text{ kW}$$

### PARCELA 10

27 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

$$\text{Potencia total: } 248,4 \text{ kW}$$

**PARCELA 11**

22 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

Potencia total: 202,4 kW

**PARCELA 12**

18 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

Potencia total: 165,6 kW

**PARCELA 13**

33 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

Potencia total: 303,6 kW

**PARCELA 14**

17 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

Potencia total: 156,4 kW

**PARCELA 15**

17 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

Potencia total: 156,4 kW

**PARCELA 16**

14 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

Potencia total: 128,8 kW

**PARCELA 17**

24 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

Potencia total: 220,8 kW

### PARCELA 18

13 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

Potencia total: 119,6 kW

### PARCELA 19

150 viviendas con electrificación básica 5,75kW/vivienda repartidas en 15 escaleras con ascensor y servicios generales, con 10 viviendas por escalera.

Servicios generales: Aplicamos un valor de 2,5 kW

Ascensor ITA-1 de 4,5 kW de potencia

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

Potencia por escalera =  $10 \times 5,75 + 2,5 + 4,5 = 64,5$  kW

Garaje común a todos los edificios con ventilación forzada de  $20 \text{ w/m}^2$  según establece la ICT-BT-10. Normalmente las potencias de los garajes salen demasiado elevadas para el consumo que realmente tienen, por esto se puede hacer una reducción del 15 o 20% de la superficie de dicho garaje. Haciendo una reducción del 20% tenemos:

Superficie P19 =  $6447,21 \text{ m}^2$

$6447,21 - 20\% = 5157,77 \text{ m}^2$

Potencia del garaje:

$P_{\text{garaje}} = (20 \text{ w/m}^2) \times (5157,77 \text{ m}^2) = 103.155,36 \text{ w} = 103,15 \text{ kW}$

Potencia total parcela 19:

Potencia total =  $64,5 \text{ kW} \times 15 + 103,15 \text{ kW} = 1070,66 \text{ kW}$

## PARCELA 20

100 viviendas con electrificación básica 5,75kW/vivienda repartidas en 10 escaleras con ascensor y servicios generales, con 10 viviendas por escalera.

Servicios generales: Aplicamos el mínimo establecido de 2,5 kW

Ascensor ITA-1 de 4,5 kW de potencia

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

Potencia por escalera =  $10 \times 5,75 + 2,5 + 4,5 = 64,5$  kW

Garaje común a todos los edificios con ventilación forzada de  $20 \text{ w/m}^2$  según establece la ICT-BT-10. Normalmente las potencias de los garajes salen demasiado elevadas para el consumo que realmente tienen, por esto se puede hacer una reducción del 15 o 20% de la superficie de dicho garaje. Haciendo una reducción del 20% tenemos:

Superficie P20 =  $2500,56 \text{ m}^2$

$2500,56 - 20\% = 2000,45 \text{ m}^2$

Potencia del garaje:

$P_{\text{garaje}} = (20 \text{ w/m}^2) \times (2000,45 \text{ m}^2) = 40,01 \text{ kW}$

Potencia total parcela 20:

Potencia total =  $64,5 \text{ kW} \times 10 + 40,01 \text{ kW} = 685 \text{ kW}$

## PARCELA 21

8 viviendas con electrificación elevada 9,2kW/vivienda

Potencia total: 73,6 kW

## JARDINES

En todos los jardines se ha tenido en cuenta que se instalaran luminarias Na (factor 1,8) con una estimación de potencia de 0,1kW por cada 30 metros cuadrados de superficie.

### *JARDIN 1*

Esta parcela cuanta con una superficie de 3591,84 metros cuadrados

$$\text{Potencia total} = [(3591,84 \times 0,1) / 30] \times 1,8 = 11,97 \times 1,8 = 21,55 \text{ kW}$$

### *JARDIN 2*

Esta parcela cuanta con una superficie de 4010,98 metros cuadrados

$$\text{Potencia total} = [(4010,98 \times 0,1) / 30] \times 1,8 = 13,37 \times 1,8 = 24,066 \text{ kW}$$

### *JARDIN 3*

Esta parcela cuanta con una superficie de 1425,628 metros cuadrados

$$\text{Potencia total} = [(1425,628 \times 0,1) / 30] \times 1,8 = 4,752 \times 1,8 = 8,55 \text{ kW}$$

### *JARDIN 4*

Esta parcela cuanta con una superficie de 2136,23 metros cuadrados

$$\text{Potencia total} = [(2136,23 \times 0,1) / 30] \times 1,8 = 7,12 \times 1,8 = 12,817 \text{ kW}$$

### *JARDIN 5*

Esta parcela cuanta con una superficie de 2223,13 metros cuadrados

$$\text{Potencia total} = [(2223,13 \times 0,1) / 30] \times 1,8 = 7,41 \times 1,8 = 13,34 \text{ kW}$$

### *JARDIN 6*

Esta parcela cuanta con una superficie de 1316,6 metros cuadrados

$$\text{Potencia total} = [(1316,6 \times 0,1) / 30] \times 1,8 = 4,39 \times 1,8 = 7,9 \text{ kW}$$

## EQUIPAMIENTO SOCIAL

Se estima una potencia de 10 vatios por metro cuadrado de superficie de la parcela en la cual se instalara este centro, esta parcela tiene una superficie total de 1661,246 metros cuadrados.

$$\text{Potencia total: } 1661,246 \times 10 \text{ W} = 16,61246 \text{ kW}$$

### EQUIPAMIENTO JUVENIL

Se estima una potencia de 5 vatios por metro cuadrado de superficie de la parcela en la cual se instalara este centro, esta parcela tiene una superficie total de 19975,103 metros cuadrados.

Potencia total:  $19975,103 \times 5 \text{ W} = 99,8755 \text{ kW}$

### ALUMBRADO DE VIALES

Tres centros de mando 20 kW / UD

$3 \times 20 \text{ kW} = 60 \text{ kW}$

### POTENCIA TOTAL ESTIMADA EN EL POLIGONO RESIDENCIAL

Se prevé una potencia total de 8343,13 kW.

PARCELA	POTENCIA(kW)
1	220,8
2	312,8
3	110,4
4	997,3
5	998,65
6	193,2
7	202,4
8	598,71
9	912,9
10	248,4
11	202,4
12	165,6
13	303,6
14	156,4
15	156,4
16	128,8
17	220,8
18	119,6
19	1070,66
20	685
21	73,6
EQUIPAMIENTO SOCIAL	16,61246
EQUIPAMIENTO JUVENIL	99,8755
JARDIN 1	21,55
JARDIN 2	24,066
JARDIN 3	8,55
JARDIN 4	12,817
JARDIN 5	13,34
JARDIN 6	7,9
ALUMBRADO VIALES	60
TOTAL	8343,13

**Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.**

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 230 V, con una potencia máxima simultánea de 8343,13kW. Donde 8226,64 kW pertenecen a viviendas unifamiliares, edificios, centro de mando de viales y jardines. Por otro lado disponemos de 116,49 kW pertenecen a equipamiento social y juvenil a los cuales le aplicamos un coeficiente de simultaneidad perteneciente a zonas comerciales.

$$Pct(KVA) = \frac{\sum BT(kW) * 0,4}{0,9} + \frac{\sum BT(kW) * 0,6}{0,9} =$$

$$Pct(KVA) = \frac{8226,64 * 0,4}{0,9} + \frac{116,49 * 0,6}{0,9} = 3733,94 KVA$$

Sumado a los 630 kVA del CT del centro comercial, se obtiene un valor de 4363,94 kVA.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en cada Centro de Transformación es de 400 kVA. Para llegar al total de potencia instalada se instalarán 13 Centros de Transformación más el CT del centro comercial, realizando uno de ellos las funciones de reparto y maniobra.

**2.1.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1****2.1.2.1 ANILLO 1****2.1.2.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT1-CGP.J4	4	4	12,817	51,268
CGP.J4-CGP.V16.1	31,44	35,44	18,4	652,096
CGP.V16.1-CGP.V16.2	18,01	53,45	18,4	983,48
CGP.V16.2-CGP.V16.3	18,01	71,46	18,4	1314,864
CGP.V16.3-CGP.V16.4	50,74	122,2	18,4	2248,48
CGP.V16.4-CGP.V16.5	18,01	140,21	18,4	2579,864
CGP.V16.5-CGP.V16.6	18,01	158,22	18,4	2911,248
CGP.V16.6-CGP.V14.1	8,19	166,41	9,2	1530,972
CGP.V14.1-CGP.V14.2	17,41	183,82	18,4	3382,288
CGP.V14.2-CGP.V14.3	35,8	219,62	18,4	4041,008
CGP.V14.3-CGP.V14.4	16	235,62	18,4	4335,408
CGP.V14.4-CGP.V14.5	16	251,62	18,4	4629,808
CGP.V14.5-CGP.V14.6	35,8	287,42	18,4	5288,528
CGP.V14.6-CGP.V14.7	17,41	304,83	18,4	5608,872
CGP.V14.7-CGP.V14.8	37,3	342,13	18,4	6295,192
CGP.V14.8-CGP.V14.9	18,14	360,27	18,4	6628,968
CGP.V14.9-CGP.V16.7	35,05	395,32	18,4	7273,888

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma P \times L$	$\Sigma P$	p.m.t
59756,232	298,017	200,51283

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V14.2-CGP.V14.3	35,8

**2.1.2.1.2 INTENSIDAD**

**RAMA 1**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V14.2	2	5,75	0	2	11,5
CGP.V14.1	3	5,75	0	3	17,25
CGP.V16.6	5	5,75	0	4,6	26,45
CGP.V16.5	7	5,75	0	6,2	35,65
CGP.V16.4	9	5,75	0	7,8	44,85
CGP.V16.3	11	5,75	0	9,2	52,9
CGP.V16.2	13	5,75	0	10,6	60,95
CGP.V16.1	15	5,75	0	11,9	68,425
CGP.J4	15	5,75	12,817	11,9	81,242



-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
81,242	130,291918

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	138,608424

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en  $\text{mm}^2$

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros <sup>(1)</sup>					

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

FUSIBLE 200

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

$$U=400 \text{ V y } \cos \theta= 0,9$$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V14.3	2	5,75	0	2	11,5
CGP.V14.4	4	5,75	0	3,8	21,85
CGP.V14.5	6	5,75	0	5,4	31,05
CGP.V14.6	8	5,75	0	7	40,25
CGP.V14.7	10	5,75	0	8,5	48,875
CGP.V14.8	12	5,75	0	9,9	56,925
CGP.V14.9	14	5,75	0	11,3	64,975
CGP.V16.7	16	5,75	0	12,5	71,875

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
71,875	115,269585

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	122,627218

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

FUSIBLE 200

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

**2.1.2.1.3 CAÍDAS DE TENSIÓN**

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,151451563	0,206	0,075

Por tanto obtenemos:

**RAMA 1:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT1-CGP.J4	81,242	4	0,04921691	0,049216911
CGP.J4-CGP.V16.1	68,425	31,44	0,32581502	0,375031932
CGP.V16.1-CGP.V16.2	60,95	18,01	0,16624982	0,541281751
CGP.V16.2-CGP.V16.3	52,9	18,01	0,1442923	0,685574046
CGP.V16.3-CGP.V16.4	44,85	50,74	0,34465665	1,030230701
CGP.V16.4-CGP.V16.5	35,65	18,01	0,09724046	1,127471161
CGP.V16.5-CGP.V16.6	26,45	18,01	0,07214615	1,199617309
CGP.V16.6-CGP.V14.1	17,25	8,19	0,0213967	1,221014007
CGP.V14.1-CGP.V14.2	11,5	17,41	0,03032287	1,251336882

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kw)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT1-CGP.V16.7	71,875	33,79	0,36782378	0,367823784
CGP.V16.7-CGP.V14.9	64,975	35,05	0,34491181	0,712735597
CGP.V14.9-CGP.V14.8	56,925	18,14	0,15639184	0,869127433
CGP.V14.8-CGP.V14.7	48,875	37,3	0,27610188	1,145229311
CGP.V14.7-CGP.V14.6	40,25	17,41	0,10613006	1,251359372
CGP.V14.6-CGP.V14.5	31,05	35,8	0,16835204	1,419711415
CGP.V14.5-CGP.V14.4	21,85	16	0,05294747	1,472658881
CGP.V14.4-CGP.V14.3	11,5	16	0,02786709	1,500525968

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.2.2 ANILLO 2**

**2.1.2.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kw)	PxL
CT1-CGP.V15.1	20,1	20,1	18,4	369,84
CGP.V15.1-CGP.V15.3	37,52	57,62	18,4	1060,208
CGP.V15.3-CGP.V12.1	58,23	115,85	18,4	2131,64
CGP.V12.1-CGP.V12.2	15,67	131,52	18,4	2419,968
CGP.V12.2-CGP.V12.3	15,94	147,46	18,4	2713,264
CGP.V12.3-CGP.V9.1	44,71	192,17	70,25	13499,9425
CGP.V9.1-CGP.V12.4	23,26	215,43	18,4	3963,912
CGP.V12.4-CGP.V12.5	16,6	232,03	18,4	4269,352
CGP.V12.5-CGP.V12.6	37,19	269,22	18,4	4953,648
CGP.V12.6-CGP.V12.7	15,9	285,12	18,4	5246,208
CGP.V12.7-CGP.V12.8	37,19	322,31	18,4	5930,504
CGP.V12.8-CGP.V12.9	16,6	338,91	18,4	6235,944
CGP.V12.9-CGP.V15.4	53,09	392	18,4	7212,8
CGP.V15.4-CGP.V15.2	37,56	429,56	18,4	7903,904

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
67911,1345	309,45	219,457536

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V12.4-CGP.V12.5	16,6

#### 2.1.2.2.2 INTENSIDAD

##### RAMA 1

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V12.4	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V9.1	13	6,28076923	7	10,6	73,57615385
CGP.V12.3	15	6,67	7	11,9	86,373
CGP.V12.2	17	6,96764706	7	13,1	98,27617647
CGP.V12.1	19	7,20263158	7	14,3	109,9976316
CGP.V15.3	21	7,39285714	7	15,3	120,1107143
CGP.V15.1	23	7,55	7	16,3	130,065

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
130,065	208,591841

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	221,906214

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:



Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V12.5	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V12.6	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V12.7	6	9,2	0	5,4	49,68
CGP.V12.8	8	9,2	0	7	64,4
CGP.V12.9	10	9,2	0	8,5	78,2
CGP.V15.4	12	9,2	0	9,9	91,08
CGP.V15.2	14	9,2	0	11,3	103,96

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
103,96	166,725928

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	177,368008

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en  $\text{mm}^2$

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	$I_n$ (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x250 +1x150 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.2.2.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\text{tg } \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \text{tg } \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en $\Omega/\text{km}$	X en $\Omega/\text{km}$
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

#### RAMA 1:

TRAMO	POTENCIA(kw)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT1-CGP.V15.1	130,065	20,1	0,25963495	0,259634948
CGP.V15.1-CGP.V15.3	120,110714	37,52	0,44755996	0,707194909
CGP.V15.3-CGP.V12.1	109,997632	58,23	0,63611666	1,343311572
CGP.V12.1-CGP.V12.2	98,2761765	15,67	0,15294099	1,496252561
CGP.V12.2-CGP.V12.3	86,373	15,94	0,13673288	1,632985444
CGP.V12.3-CGP.V9.1	73,5761538	44,71	0,32669945	1,959684891
CGP.V9.1-CGP.V12.4	18,4	23,26	0,04250443	2,002189319

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

#### RAMA 2:

CT1-CGP.V15.2	103,96	39,28	0,40554999	0,405549992
CGP.V15.2-CGP.V15.4	91,08	37,56	0,3397467	0,745296697
CGP.V15.4-CGP.V12.9	78,2	53,09	0,41231214	1,157608841
CGP.V12.9-CGP.V12.8	64,4	16,6	0,1061697	1,263778544
CGP.V12.8-CGP.V12.7	49,68	37,19	0,18349085	1,447269394
CGP.V12.7-CGP.V12.6	34,96	15,9	0,05520459	1,502473985
CGP.V12.6-CGP.V12.5	18,4	37,19	0,06795957	1,570433559

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2****2.1.3.1 ANILLO 1****2.1.3.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT2-CGP.V19.1	42,02	42,02	51,575	2167,1815
CGP.V19.1-CGP.V19.3	24,2	66,22	64,5	4271,19
CGP.V19.3-CGP.V19.5	24,2	90,42	64,5	5832,09
CGP.V19.5-CGP.G19.2	36,58	127	64,5	8191,5
CGP.G19.2-CGP.V19.6	12,24	139,24	64,5	8980,98
CGP.V19.6-CGP.V19.4	36,44	175,68	64,5	11331,36
CGP.V19.4-CGP.V19.2	24,2	199,88	64,5	12892,26
CGP.V19.2-CGP.G19.1	24,2	224,08	51,575	11556,926

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
65223,4875	490,15	133,068423

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.G19.2-CGP.V19.6	12,24

**2.1.2.1.2 INTENSIDAD****RAMA 1**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.G19.2	0	0	51,575	0	51,575
CGP.V19.5	10	5,75	58,575	8,5	107,45
CGP.V19.3	20	5,75	65,575	14,8	150,675
CGP.V19.1	30	5,75	72,575	19,8	186,425

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
186,425	298,979233

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	313,063014

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

**RAMA 2**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V19.2	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V19.4	20	5,75	14	14,8	99,1
CGP.V19.6	30	5,75	21	19,8	134,85
CGP.G19.1	30	5,75	72,575	19,8	186,425

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
186,425	298,979233

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—

Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:




$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$



f.d.c	I.tablas
0,94	313,063014

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.2.2.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \operatorname{tg} \theta)$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

**RAMA 1:**

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.G19.2	0	0	51,575	0	51,575
CGP.V19.5	10	5,75	58,575	8,5	107,45
CGP.V19.3	20	5,75	65,575	14,8	150,675
CGP.V19.1	30	5,75	72,575	19,8	186,425

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT2-CGP.V19.1	186,425	42,02	0,77797716	0,777977161
CGP.V19.1-CGP.V19.3	150,675	24,2	0,36212892	1,140106084
CGP.V19.3-CGP.V19.5	107,45	24,2	0,25824293	1,39834901
CGP.V19.5-CGP.G19.2	51,575	36,58	0,18736548	1,585714493

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.3.2 ANILLO 2**

**2.1.3.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT2-CGP.J5	17,82	17,82	13,34	237,7188
CGP.J5-CGP.V20.2	17,38	35,2	64,5	2270,4
CGP.V20.2-CGP.V20.4	17,38	52,58	64,5	3391,41
CGP.V20.4-CGP.V21.2	52,76	105,34	18,4	1938,256
CGP.V21.2-CGP.V21.3	46,46	151,8	18,4	2793,12
CGP.V21.3-CGP.V21.4	43,69	195,49	18,4	3597,016
CGP.V21.4-CGP.V21.5	45,08	240,57	18,4	4426,488
CGP.V21.5-CGP.V21.1	29,82	270,39	9,2	2487,588
CGP.V21.1-CGP.V20.3	34,06	304,45	64,5	19637,025
CGP.V20.3-CGP.V20.1	17,38	321,83	64,5	20758,035

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
61537,0568	354,14	173,764773

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V21.3-CGP.V21.4	43,69

#### 2.1.3.2.2 INTENSIDAD

##### RAMA 1

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V21.3	2	5,75	0	2	11,5
CGP.V21.2	4	5,75	0	3,8	21,85
CGP.V20.4	14	6,73571429	7	11,3	83,11357143
CGP.V20.2	24	6,325	14	16,8	120,26
CGP.J5	24	6,325	27,34	16,8	133,6

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
133,6	214,2611

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	227,93734

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V21.4	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V21.5	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V21.1	5	9,2	0	4,6	42,32
CGP.V20.3	15	6,9	7	15	110,5
CGP.V20.1	25	6,44	14	17,3	125,412

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
125,412	201,129589

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	213,967648

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros <sup>(1)</sup>					

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.3.2.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$



En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en $\Omega$ /km	X en $\Omega$ /km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,151451563	0,206	0,075

Por tanto obtenemos:

#### RAMA 1:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT2-CGP.J5	11,5	17,82	0,03103697	0,031036969
CGP.J5-CGP.V20.2	133,6	17,38	0,35166568	0,38270265
CGP.V20.2-CGP.V20.4	120,26	17,38	0,31655176	0,699254408
CGP.V20.4-CGP.V21.2	83,1135714	52,76	0,66412601	1,363380419
CGP.V21.2-CGP.V21.3	21,85	46,46	0,15374621	1,517126624

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

#### RAMA 2:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT2-CGP.V20.1	125,412	26,51	0,50352679	0,503526787
CGP.V20.1-CGP.V20.3	110,5	17,38	0,75443173	1,257958514
CGP.V20.3-CGP.V21.1	42,32	34,06	0,19112921	1,44908772
CGP.V21.1-CGP.V21.5	34,96	29,82	0,18033907	1,62942679
CGP.V21.5-CGP.V21.4	18,4	45,08	0,048433	1,677859788

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### 2.1.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3

#### 2.1.4.1 ANILLO 1

##### 2.1.4.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT3-CGP.G20	12,19	12,19	40,01	487,7219
CGP.G20-CGP.V20.9	24,38	36,57	64,5	2358,765
CGP.V20.9-CGP.V20.7	41,22	77,79	64,5	5017,455
CGP.V20.7-CGP.V20.5	33,68	111,47	64,5	7189,815
CGP.V20.5-CGP.V20.6	16,84	128,31	64,5	8275,995
CGP.V20.6-CGP.V20.8	45,87	174,18	64,5	11234,61
CGP.V20.8-CGP.V20.10	24,38	198,56	64,5	12807,12

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\sum PxL$	$\sum P$	p.m.t
47371,4819	427,01	110,937641

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V20.7-CGP.V20.5	33,68

##### 2.1.4.1.2 INTENSIDAD

#### RAMA 1

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V20.7	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V20.9	20	5,75	14	14,8	99,1
CGP.G20	20	5,75	54,01	14,8	139,11

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
139,11	223,097767

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	237,338049

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V20.5	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V20.6	20	5,75	14	14,8	99,1
CGP.V20.8	30	5,75	21	19,8	134,85
CGP.V20.10	40	5,75	28	24,8	170,6

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
170,6	273,599878

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	291,0637

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

#### 2.1.4.1.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

#### RAMA 1:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT3-CGP.G20	139,11	12,19	0,16841032	0,168410321
CGP.G20-CGP.V20.9	99,1	24,38	0,23994627	0,408356591
CGP.V20.9-CGP.V20.7	55,875	41,22	0,22873476	0,637091353

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT3-CGP.V20.10	170,6	24,38	0,41306593	0,41306593
CGP.V20.10-CGP.V20.8	134,85	24,38	0,3265061	0,73957203
CGP.V20.8-CGP.V20.6	99,1	45,87	0,45144936	1,191021391
CGP.V20.6-CGP.V20.5	55,875	16,84	0,0934472	1,284468586

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.4.2 ANILLO 2**

**2.1.4.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT3-CGP.V18.1	22,2	22,2	18,4	408,48
CGP.V18.1-CGP.V18.2	35,64	57,84	18,4	1064,256
CGP.V18.2-CGP.V18.3	17,5	75,34	18,4	1386,256
CGP.V18.3-CGP.V18.4	36,77	112,11	18,4	2062,824
CGP.V18.4-CGP.V18.5	23,47	135,58	9,2	1247,336
CGP.V18.5-CGP.V18.6	20,64	156,22	18,4	2874,448
CGP.V18.6-CGP.V18.7	17,5	173,72	18,4	3196,448

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
12240,048	119,6	102,341538

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V18.3-CGP.V18.4	36,77

**2.1.4.2.2 INTENSIDAD**



**RAMA 1**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V18.3	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V18.2	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V18.1	6	9,2	0	5,4	49,68

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
49,68	79,6743371

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—

Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	84,7599331

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

**FUSIBLE 250**

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

**RAMA 2**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V18.4	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V18.5	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V18.6	6	9,2	0	5,4	49,68
CGP.V18.7	8	9,2	0	7	64,4

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
64,4	103,281548

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	109,873987

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

#### 2.1.4.2.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,151451563	0,206	0,075

Por tanto obtenemos:

**RAMA 1:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT3-CGP.V18.1	49,68	22,2	0,16703532	0,167035322
CGP.V18.1-CGP.V18.2	34,96	35,64	0,18870477	0,355740092
CGP.V18.2-CGP.V18.3	18,4	17,5	0,0487674	0,404507495

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT3-CGP.V18.7	64,4	36,64	0,35736753	0,35736753
CGP.V18.7-CGP.V18.6	49,68	17,5	0,13167199	0,489039519
CGP.V18.6-CGP.V18.5	34,96	20,64	0,10928357	0,598323089
CGP.V18.5-CGP.V18.4	18,4	23,47	0,06540405	0,663727143

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4**

**2.1.5.1 ANILLO 1**

**2.1.5.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT4-CGP.V19.13	42,6	42,6	64,5	2747,7
CGP.V19.13-CGP.V19.11	28,4	71	64,5	4579,5
CGP.V19.11-CGP.V19.9	38,68	109,68	64,5	7074,36
CGP.V19.9-CGP.V19.7	24,48	134,16	64,5	8653,32
CGP.V19.7-CGP.V19.8	12,24	146,4	64,5	9442,8
CGP.V19.8-CGP.V19.10	24,48	170,88	64,5	11021,76
CGP.V19.10-CGP.V19.12	40,64	211,52	64,5	13643,04
CGP.V19.12-CGP.V19.14	28,4	239,92	64,5	15474,84

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma P \times L$	$\Sigma P$	p.m.t
72637,32	516	140,77

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V19.7-CGP.V19.8	12,24

#### 2.1.5.1.2 INTENSIDAD

##### RAMA 1

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V19.7	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V19.9	20	5,75	14	14,8	99,1
CGP.V19.11	30	5,75	21	19,8	134,85
CGP.V19.13	40	5,75	28	24,8	170,6

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
170,6	273,599878

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	291,0637

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:



Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta=0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V19.8	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V19.10	20	5,75	14	14,8	99,1
CGP.V19.12	30	5,75	21	19,8	134,85
CGP.V19.14	40	5,75	28	24,8	170,6

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
170,6	273,599878

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	291,0637

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros <sup>(1)</sup>					

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.5.1.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

**RAMA 1:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT4-CGP.V19.13	170,6	42,6	0,72176409	0,721764095
CGP.V19.13-CGP.V19.11	134,85	28,4	0,38034345	1,102107542
CGP.V19.11-CGP.V19.9	99,1	38,68	0,38068588	1,482793421
CGP.V19.9-CGP.V19.7	55,875	24,48	0,13584248	1,6186359

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT4-CGP.V19.14	170,6	28,4	0,48117606	0,481176063
CGP.V19.14-CGP.V19.12	134,85	28,4	0,38034345	0,86151951
CGP.V19.12-CGP.V19.10	99,1	40,64	0,24093046	1,102449974
CGP.V19.10-CGP.V19.8	55,875	24,48	0,22551627	1,327966245

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.5.2 ANILLO 2****2.1.5.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT4-CGP.V19.15	14,2	14,2	64,5	915,9
CGP.V19.15-CGP.V17.1	31,83	46,03	18,4	846,952
CGP.V17.1-CGP.V17.2	17,97	64	18,4	1177,6
CGP.V17.2-CGP.V17.3	17,97	81,97	18,4	1508,248
CGP.V17.3-CGP.V17.4	33,63	115,6	18,4	2127,04
CGP.V17.4-CGP.V17.5	16,42	132,02	18,4	2429,168
CGP.V17.5-CGP.ES	22,58	154,6	16,61	2567,906
CGP.ES-CGP.V17.6	31,83	186,43	18,4	3430,312
CGP.V17.6-CGP.V17.7	17,97	204,4	18,4	3760,96
CGP.V17.7-CGP.V17.8	17,97	222,37	18,4	4091,608
CGP.V17.8-CGP.V17.9	17,97	240,34	18,4	4422,256
CGP.V17.9-CGP.V17.10	17,97	258,31	18,4	4752,904
CGP.V17.10-CGP.V17.11	51,86	310,17	18,4	5707,128
CGP.V17.11-CGP.V17.12	17,97	328,14	18,4	6037,776

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
43775,758	301,91	144,996052

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V17.5-CGP.ES	22,58

**2.1.5.2.2 INTENSIDAD****RAMA 1**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

$U=400\text{ V}$  y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V19.15	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V17.1	12	6,325	7	9,9	69,6175
CGP.V17.2	14	6,73571429	7	11,3	83,11357143
CGP.V17.3	16	7,04375	7	12,5	95,046875
CGP.V17.4	18	7,28333333	7	13,7	106,7816667
CGP.V17.5	20	7,475	7	14,8	117,63

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
117,63	188,6492

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	200,690639

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

**RAMA 2**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

$U=400 \text{ V}$  y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.ES	0	0	16,61	0	16,61
CGP.V17.6	4	9,2	16,61	3,8	51,57
CGP.V17.7	6	9,2	16,61	5,4	66,29
CGP.V17.8	8	9,2	16,61	7	81,01
CGP.V17.9	10	9,2	16,61	8,5	94,81
CGP.V17.10	12	9,2	16,61	9,9	107,69
CGP.V17.11	14	9,2	16,61	11,3	120,57
CGP.V17.12	16	9,2	16,61	12,5	131,61

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
131,61	211,069636

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—






Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	224,542166

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x250 +1x150 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.5.2.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,151451563	0,206	0,075

Por tanto obtenemos:

**RAMA 1:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT4-CGP.V19.15	117,63	14,2	0,25297651	0,252976512
CGP.V19.15-CGP.V17.1	106,781667	31,83	0,51476273	0,767739237
CGP.V17.1-CGP.V17.2	95,046875	17,97	0,25867811	1,026417347
CGP.V17.2-CGP.V17.3	83,1135714	17,97	0,22620061	1,252617961
CGP.V17.3-CGP.V17.4	69,6175	33,63	0,35458393	1,607201891
CGP.V17.4-CGP.V17.5	55,875	16,42	0,13895189	1,746153777

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT4-CGP.V17.12	131,61	33,17	0,66116236	0,661162356
CGP.V17.12-CGP.V17.11	120,57	17,97	0,32814145	0,989303809
CGP.V17.11-CGP.V17.10	107,69	51,86	0,8458272	1,83513101
CGP.V17.10-CGP.V17.9	94,81	17,97	0,25803343	2,093164444
CGP.V17.9-CGP.V17.8	81,01	17,97	0,22047557	2,313640011
CGP.V17.8-CGP.V17.7	66,29	17,97	0,18041384	2,494053852
CGP.V17.7-CGP.V17.6	51,57	17,97	0,14035212	2,634405969
CGP.V17.6-CGP.ES	16,61	31,83	0,08007188	2,71447785

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.6 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5**

**2.1.6.1 ANILLO 1**

**2.1.6.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT5-CGP.V13.15	32,81	32,81	18,4	603,704
CGP.V13.15-CGP.V11.1	57,64	90,45	18,4	1664,28
CGP.V11.1-CGP.V11.2	44,01	134,46	18,4	2474,064
CGP.V11.2-CGP.V11.3	21,59	156,05	18,4	2871,32
CGP.V11.3-CGP.V11.4	21,59	177,64	18,4	3268,576
CGP.V11.4-CGP.V11.5	21,59	199,23	18,4	3665,832
CGP.V11.5-CGP.V11.6	47,36	246,59	18,4	4537,256
CGP.V11.6-CGP.V11.7	20,47	267,06	18,4	4913,904
CGP.V11.7-CGP.V11.8	47,27	314,33	18,4	5783,672
CGP.V11.8-CGP.V11.9	21,59	335,92	18,4	6180,928
CGP.V11.9-CGP.V11.10	21,59	357,51	18,4	6578,184
CGP.V11.10-CGP.V11.11	21,59	379,1	18,4	6975,44

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma P \times L$	$\Sigma P$	p.m.t
49517,16	220,8	224,2625

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V11.5-CGP.V11.6	47,36

**2.1.6.1.2 INTENSIDAD**

**RAMA 1**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V11.5	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V11.4	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V11.3	6	9,2	0	5,4	49,68
CGP.V11.2	8	9,2	0	7	64,4
CGP.V11.1	10	9,2	0	8,5	78,2
CGP.V13.15	12	9,2	0	9,9	91,08

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
91,08	146,069618

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	155,393211

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

FUSIBLE 200

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V11.6	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V11.7	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V11.8	6	9,2	0	5,4	49,68
CGP.V11.9	8	9,2	0	7	64,4
CGP.V11.10	10	9,2	0	8,5	78,2
CGP.V11.11	12	9,2	0	9,9	91,08

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
91,08	146,069618

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	155,393211

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en  $\text{mm}^2$

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros <sup>(1)</sup>					

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

FUSIBLE 160

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.6.1.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\text{tg } \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \text{tg } \theta}{10 \cdot U^2}$$



En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,151451563	0,206	0,075

Por tanto obtenemos:

**RAMA 1:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT5-CGP.V13.15	91,08	32,81	0,45258797	0,452587975
CGP.V13.15-CGP.V11.1	78,2	57,64	0,68266004	1,135248017
CGP.V11.1-CGP.V11.2	64,4	44,01	0,42925068	1,5644987
CGP.V11.2-CGP.V11.3	49,68	21,59	0,16244561	1,726944313
CGP.V11.3-CGP.V11.4	34,96	21,59	0,11431358	1,841257892
CGP.V11.4-CGP.V11.5	18,4	21,59	0,06016504	1,901422934

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT5-CGP.V11.11	91,08	89,19	1,23030544	1,230305439
CGP.V11.11-CGP.V11.10	78,2	21,59	0,25570143	1,486006868
CGP.V11.10-CGP.V11.9	64,4	21,59	0,21057765	1,696584514
CGP.V11.9-CGP.V11.8	49,68	21,59	0,16244561	1,859030127
CGP.V11.8-CGP.V11.7	34,96	47,27	0,25028267	2,1093128
CGP.V11.7-CGP.V11.6	18,4	20,47	0,05704393	2,166356728

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.6.2 ANILLO 2****2.1.6.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT5-CGP.J6	44,18	44,18	7,9	349,022
CGP.J6-CGP.V13.1	7,7	51,88	18,4	954,592
CGP.V13.1-CGP.V13.2	14,62	66,5	18,4	1223,6
CGP.V13.2-CGP.V13.3	14,62	81,12	18,4	1492,608
CGP.V13.3-CGP.V13.4	14,62	95,74	18,4	1761,616
CGP.V13.4-CGP.V13.5	31,15	126,89	18,4	2334,776
CGP.V13.5-CGP.V13.6	14,72	141,61	18,4	2605,624
CGP.V13.6-CGP.V13.7	14,72	156,33	18,4	2876,472
CGP.V13.7-CGP.V13.8	14,72	171,05	9,2	1573,66
CGP.V13.8-CGP.V13.9	23,79	194,84	18,4	3585,056
CGP.V13.9-CGP.V13.10	14,62	209,46	18,4	3854,064
CGP.V13.10-CGP.V13.11	14,62	224,08	18,4	4123,072
CGP.V13.11-CGP.V13.12	14,62	238,7	18,4	4392,08
CGP.V13.12-CGP.V13.13	14,62	253,32	18,4	4661,088
CGP.V13.13-CGP.V13.14	14,62	267,94	18,4	4930,096
CGP.V13.14-CGP.V13.16	82,19	350,13	18,4	6442,392
CGP.V13.16-CGP.V13.17	14,62	364,75	18,4	6711,4

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
53871,218	293,1	183,798083

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V13.7-CGP.V13.8	14,72

**2.1.6.2.2 INTENSIDAD****RAMA 1**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V13.8	1	9,2	0	1	9,2
CGP.V13.7	3	9,2	0	3	27,6
CGP.V13.6	5	9,2	0	4,6	42,32
CGP.V13.5	7	9,2	0	6,2	57,04
CGP.V13.4	9	9,2	0	7,8	71,76
CGP.V13.3	11	9,2	0	9,2	84,64
CGP.V13.2	13	9,2	0	10,6	97,52
CGP.V13.1	15	9,2	0	11,9	109,48
CGP.J6	15	9,2	7,9	11,9	117,38

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
117,38	188,248263

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

TABLA A.9.2 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	200,264109

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V13.9	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V13.10	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V13.11	6	9,2	0	5,4	49,68
CGP.V13.12	8	9,2	0	7	64,4
CGP.V13.13	10	9,2	0	8,5	78,2
CGP.V13.14	12	9,2	0	9,9	91,08
CGP.V13.16	14	9,2	0	11,3	103,96
CGP.V13.17	16	9,2	0	12,5	115

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
115	184,431336

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	196,203549

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 200

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.6.2.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en $\Omega$ /km	X en $\Omega$ /km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

#### RAMA 1:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT5-CGP.J6	117,38	44,18	0,51502281	0,51502281
CGP.J6-CGP.V13.1	109,48	7,7	0,08372057	0,598743378
CGP.V13.1-CGP.V13.2	97,52	14,62	0,14159493	0,740338311
CGP.V13.2-CGP.V13.3	84,64	14,62	0,12289372	0,863232026
CGP.V13.3-CGP.V13.4	71,76	14,62	0,1041925	0,967424524
CGP.V13.4-CGP.V13.5	57,04	31,15	0,17645916	1,143883688
CGP.V13.5-CGP.V13.6	42,32	14,72	0,06186715	1,205750838
CGP.V13.6-CGP.V13.7	27,6	14,72	0,04034814	1,24609898
CGP.V13.7-CGP.V13.8	9,2	14,72	0,01344938	1,259548361

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

#### RAMA 2:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT5-CGP.V13.17	115	39,13	0,4469041	0,446904097
CGP.V13.17-CGP.V13.16	103,96	14,62	0,15094554	0,597849639
CGP.V13.16-CGP.V13.14	91,08	82,19	0,74344467	1,341294305
CGP.V13.14-CGP.V13.13	78,2	14,62	0,11354311	1,454837412
CGP.V13.13-CGP.V13.12	64,4	14,62	0,09350609	1,5483435
CGP.V13.12-CGP.V13.11	49,68	14,62	0,07213327	1,620476768
CGP.V13.11-CGP.V13.10	34,96	14,62	0,05076045	1,671237216
CGP.V13.10-CGP.V13.9	18,4	14,62	0,02671603	1,697953241



$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### 2.1.7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 6

#### 2.1.7.1 ANILLO 1

##### 2.1.7.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT6-CGP.V8.3	54,846	54,846	70,25	3852,9315
CGP.V8.3-CGP.V8.5	38,244	93,09	70,25	6539,5725
CGP.V8.5-CGP.V8.7	38,875	131,965	70,25	9270,54125
CGP.V8.7-CGP.G8	28,75	160,715	36,71	5899,84765
CGP.G8-CGP.V8.8	14,375	175,09	70,25	12300,0725
CGP.V8.8-CGP.V8.6	41	216,09	70,25	15180,3225
CGP.V8.6-CGP.V8.4	37,472	253,562	70,25	17812,7305
CGP.V8.4-CGP.V8.2	25,994	279,556	70,25	19638,809

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
90494,8274	528,46	171,24253

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.G8-CGP.V8.8	14,375

##### 2.1.7.1.2 INTENSIDAD

#### RAMA 1

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.G8	0	0	36,71	0	36,71
CGP.V8.7	11	5,75	43,71	9,2	96,61
CGP.V8.5	22	5,75	50,71	15,8	141,56
CGP.V8.3	33	5,75	57,71	21,3	180,185

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
180,185	288,971828

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**

**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	307,416839

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V8.8	11	5,75	7	9,2	59,9
CGP.V8.6	22	5,75	14	15,8	104,85
CGP.V8.4	33	5,75	21	21,3	143,475
CGP.V8.2	44	5,75	28	26,8	182,1

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
182,1	292,043011

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	310,684054

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

## FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.7.1.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan \theta)$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \tan \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,151451563	0,206	0,075

Por tanto obtenemos:

#### RAMA 1:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT6-CGP.V8.3	180,185	54,846	0,98145466	0,981454659
CGP.V8.3-CGP.V8.5	141,56	38,244	0,53766345	1,519118105
CGP.V8.5-CGP.V8.7	96,61	38,875	0,37299167	1,892109774
CGP.V8.7-CGP.G8	36,71	28,75	0,10481631	1,996926088

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

#### RAMA 2:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT6-CGP.V8.2	182,1	41,966	0,75895176	0,758951755
CGP.V8.2-CGP.V8.4	143,475	25,994	0,37038722	1,129338977
CGP.V8.4-CGP.V8.6	104,85	37,472	0,39019523	1,519534207
CGP.V8.6-CGP.V8.8	59,9	41	0,2439031	1,763437311

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

#### 2.1.7.2 ANILLO 2

##### 2.1.7.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT6-CGP.J3	15,88	15,88	8,55	135,774
CGP.J3-CGP.V8.1	12,972	28,852	70,25	2026,853
CGP.V8.1-CGP.V7.1	15,5	44,352	18,4	816,0768
CGP.V7.1-CGP.V7.2	17,96	62,312	18,4	1146,5408
CGP.V7.2-CGP.V7.3	17,96	80,272	18,4	1477,0048
CGP.V7.3-CGP.V7.4	65,86	146,132	18,4	2688,8288
CGP.V7.4-CGP.V7.5	17,96	164,092	18,4	3019,2928
CGP.V7.5-CGP.V7.6	17,96	182,052	18,4	3349,7568
CGP.V7.6-CGP.V7.7	17,96	200,012	18,4	3680,2208
CGP.V7.7-CGP.V7.8	17,96	217,972	18,4	4010,6848
CGP.V7.8-CGP.V7.9	47,41	265,382	18,4	4883,0288
CGP.V7.9-CGP.V7.10	46	311,382	18,4	5729,4288
CGP.V7.10-CGP.V7.11	17,96	329,342	18,4	6059,8928

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma P \times L$	$\Sigma P$	p.m.t
39023,3838	281,2	138,77448

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V7.3-CGP.V7.4	65,86

#### 2.1.7.2.2 INTENSIDAD

##### RAMA 1

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V7.3	2	5,75	0	2	11,5
CGP.V7.2	4	5,75	0	3,8	21,85
CGP.V7.1	6	5,75	0	5,4	31,05
CGP.V8.1	17	6,96764706	7	13,1	98,27617647
CGP.J3	17	6,96764706	15,55	13,1	106,8261765

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
106,8261765	171,32256

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:



**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	182,258043

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.7.4	2	9,2	0	2	18,4
CGP.7.5	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.7.6	6	9,2	0	5,4	49,68
CGP.7.7	8	9,2	0	7	64,4
CGP.7.8	10	9,2	0	8,5	78,2
CGP.7.9	12	9,2	0	9,9	91,08
CGP.7.10	14	9,2	0	11,3	103,96
CGP.7.11	16	9,2	0	12,5	115

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
115	184,431336

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	196,203549

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x250 +1x150 Al

FUSIBLE 200

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.7.2.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

#### RAMA 1:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT6-CGP.J3	106,826176	15,88	0,16847475	0,168474754
CGP.J3-CGP.V8.1	98,2761765	12,972	0,1266082	0,295082955
CGP.V8.1-CGP.V7.1	31,05	15,5	0,04779692	0,342879879
CGP.V7.1-CGP.V7.2	21,85	17,96	0,03897305	0,381852932
CGP.V7.2-CGP.V7.3	11,5	17,96	0,02051213	0,402365065

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT6-CGP.V7.11	115	62,312	0,71166594	0,711665936
CGP.V7.11-CGP.V7.10	103,96	17,96	0,18542968	0,897095617
CGP.V7.10-CGP.V7.9	91,08	46	0,41609021	1,313185831
CGP.V7.9-CGP.V7.8	78,2	47,41	0,36819964	1,681385468
CGP.V7.8-CGP.V7.7	64,4	17,96	0,11486794	1,796253412
CGP.V7.7-CGP.V7.6	49,68	17,96	0,08861241	1,884865825
CGP.V7.6-CGP.V7.5	34,96	17,96	0,06235688	1,947222709
CGP.V7.5-CGP.V7.4	18,4	17,96	0,03281941	1,980042122

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 7****2.1.8.1 ANILLO 1****2.1.8.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT7-CGP.V9. 5	18,44	18,44	70,25	1295,41
CGP.V9.5-CGP.V9.7	39,29	57,73	70,25	4055,5325
CGP.V9.7-CGP.V9.9	26,97	84,7	70,25	5950,175
CGP.V9.9-CGP.V9.10	14,19	98,89	70,25	6947,0225
CGP.V9.10-CGP.V9.8	28,36	127,25	70,25	8939,3125
CGP.V9.8-CGP.V9.6	39,75	167	70,25	11731,75

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
38919,2025	421,5	92,335

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V9.9-CGP.V9.10	14,19

**2.1.8.1.2 INTENSIDAD**

**RAMA 1**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V9.9	11	5,75	7	9,2	59,9
CGP.V9.7	22	5,75	14	15,8	104,85
CGP.V9.5	33	5,75	21	21,3	143,475

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
143,475	230,098139

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	244,785254

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al



**FUSIBLE 250**

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

**RAMA 2**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V9.10	11	5,75	7	9,2	59,9
CGP.V9.8	22	5,75	14	15,8	104,85
CGP.V9.6	33	5,75	21	21,3	143,475

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
143,475	230,098139

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	244,785254

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.8.1.3 CAÍDAS DE Tensión

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,151451563	0,206	0,075

Por tanto obtenemos:

**RAMA 1:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT7-CGP.V9.5	143,475	18,44	0,40069222	0,400692218
CGP.V9.5-CGP.V9.7	104,85	39,29	0,62391327	1,024605487
CGP.V9.7-CGP.V9.9	59,9	26,97	0,24467045	1,269275941

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT7-CGP.V9.6	143,475	44,95	0,97674161	0,976741606
CGP.V9.6-CGP.V9.8	104,85	39,75	0,63121793	1,607959535
CGP.V9.8-CGP.V9.10	59,9	28,36	0,25728046	1,865239997

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.8.2 ANILLO 2****2.1.8.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT7-CGP.V9.4	27,92	27,92	70,25	1961,38
CGP.V9.4-CGP.9.2	43,93	71,85	70,25	5047,4625
CGP.V9.2-CGP.G9	46,94	118,79	69,9	8303,421
CGP.G9-CGP.V9.11	25,93	144,72	70,25	10166,58
CGP.V9.11-CGP.V9.12	25,66	170,38	70,25	11969,195
CGP.V9.12-CGP.V9.3	78,78	249,16	70,25	17503,49

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
54951,5285	421,15	130,479707

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.G9-CGP.V9.11	25,93

### 2.1.8.2.2 INTENSIDAD

#### RAMA 1

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.G9	0	0	69,9	0	69,9
CGP.V9.2	11	5,75	76,9	9,2	129,8
CGP.V9.4	22	5,75	76,9	15,8	167,75

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
167,75	269,029188

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	286,201264

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V9.11	11	5,75	7	9,2	59,9
CGP.V9.12	22	5,75	14	15,8	104,85
CGP.V9.3	33	5,75	21	21,3	143,475

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
143,475	230,098139

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

TABLA A.9.2 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—

Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:




$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	244,785254

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

TABLA A.1 (UNE 211435):

CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:



Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x250 +1x150 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.8.2.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

**RAMA 1:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT7-CGP.V9.4	167,75	27,92	0,46514097	0,465140966
CGP.V9.4-CGP.9.2	129,8	43,93	0,56629476	1,031435726
CGP.V9.2-CGP.G9	69,9	46,94	0,32585689	1,357292617

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT7-CGP.V9.3	143,475	56,12	0,79965111	0,799651108
CGP.V9.3-CGP.V9.12	104,85	78,78	0,82033466	1,619985764
CGP.V9.12-CGP.V9.11	59,9	25,66	0,15264765	1,772633413

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

## 2.1.9 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 8

### 2.1.9.1 ANILLO 1

#### 2.1.9.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT8-CGP.J2	4	4	24,066	96,264
CGP.J2-CGP.V5.4	30,33	34,33	64,5	2214,285
CGP.V5.4-CGP.V5.8	62,6	96,93	64,5	6251,985
CGP.V5.8-CGP.V5.10	28,96	125,89	64,5	8119,905
CGP.V5.10-CGP.V5.7	43,44	169,33	64,5	10921,785
CGP.V5.7-CGP.V5.3	57,7	227,03	64,5	14643,435

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
42247,659	346,566	121,903646

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V5.8-CGP.V5.10	28,96

#### 2.1.9.1.2 INTENSIDAD

##### RAMA 1

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V5.8	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V5.4	20	5,75	14	14,8	99,1
CGP.J2	20	5,75	38,066	14,8	123,166

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
123,166	197,527565

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,85	232,38537

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V5.10	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V5.7	20	5,75	14	14,8	99,1
CGP.V5.3	30	5,75	21	19,8	134,85

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
134,85	216,265788

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

TABLA A.9.2 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,85	254,430339

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al  
FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

**2.1.9.1.3 CAÍDAS DE Tensión**

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

**RAMA 1:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT8-CGP.J2	123,166	4	0,048928	0,048928001
CGP.J2-CGP.V5.4	99,1	30,33	0,29850576	0,347433759
CGP.V5.4-CGP.V5.8	55,875	62,6	0,34737497	0,694808725

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión



**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT8-CGP.V5.3	134,85	32,74	0,43846635	0,438466354
CGP.V5.3-CGP.V5.7	99,1	57,7	0,5678794	1,006345755
CGP.V5.7-CGP.V5.10	55,875	43,44	0,24105381	1,247399565

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.9.2 ANILLO 2****2.1.9.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT8-CGP.V5.1	13,58	13,58	64,5	875,91
CGP.V5.1-CGP.V5.5	38,32	51,9	64,5	3347,55
CGP.V5.5-CGP.V5.9	67,5	119,4	64,5	7701,3
CGP.V5.9-CGP.V5.6	43,44	162,84	64,5	10503,18
CGP.V5.6-CGP.V5.2	52,8	215,64	64,5	13908,78

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
36336,72	322,5	112,672

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V5.5-CGP.V5.9	67,5

**2.1.9.2.2 INTENSIDAD****RAMA 1**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V5.5	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V5.1	20	5,75	14	14,8	99,1

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
99,1	158,931699

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,85	186,97847

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V5.9	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V5.6	20	5,75	14	14,8	99,1
CGP.V5.2	30	5,75	21	19,8	134,85

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
134,85	216,265788

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

TABLA A.9.2 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,85	254,430339

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

**2.1.9.2.3 CAÍDAS DE Tensión**

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

**RAMA 1:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT8-CGP.V5.1	99,1	13,58	0,13365342	0,133653419
CGP.V5.1-CGP.V5.5	55,875	38,32	0,21264231	0,34629573

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

## RAMA 2:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT8-CGP.V5.2	134,85	23,16	0,3101674	0,310167403
CGP.V5.2-CGP.V5.6	99,1	52,8	0,51965394	0,829821343
CGP.V5.6-CGP.V5.9	55,875	43,44	0,24105381	1,070875153

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### 2.1.10 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 9

#### 2.1.10.1 ANILLO 1

##### 2.1.10.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT9-CGP.V4.4	38,36	38,36	64,5	2474,22
CGP.V4.4-CGP.V4.8	61,69	100,05	64,5	6453,225
CGP.V4.8-CGP.V4.10	28,34	128,39	64,5	8281,155
CGP.V4.10-CGP.V4.7	42,51	170,9	64,5	11023,05
CGP.V4.7-CGP.V4.3	57,11	228,01	64,5	14706,645

Cálculo del punto de mínima tensión:

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
42938,295	322,5	133,142

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V4.10-CGP.V4.7	42,51

##### 2.1.10.1.2 INTENSIDAD

#### RAMA 1

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V4.10	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V4.8	20	5,75	14	14,8	99,1
CGP.V4.4	30	5,75	21	19,8	134,85

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
134,85	216,265788

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—

Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:




$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,85	254,430339

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:



**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al  
FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V4.7	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V4.3	20	5,75	14	14,8	99,1

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
99,1	158,931699

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,85	186,97847

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al  
FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.10.1.3 CAÍDAS DE Tensión

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

#### RAMA 1:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT9-CGP.V4.4	134,85	38,36	0,5137315	0,513731501
CGP.V4.4-CGP.V4.8	99,1	61,69	0,6071487	1,120880206
CGP.V4.8-CGP.V4.10	55,875	28,34	0,15726209	1,278142291

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT1-CGP.V4.3	99,1	32,74	0,32222481	0,322224811
CGP.V4.3-CGP.V4.7	55,875	57,7	0,32018427	0,642409084

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.10.2 ANILLO 2**

**2.1.10.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT9-CGP.V4.1	9,59	9,59	64,5	618,555
CGP.V4.1-CGP.V4.5	38,36	47,95	64,5	3092,775
CGP.V4.5-CGP.V4.9	66,27	114,22	64,5	7367,19
CGP.V4.9-CGP.V4.6	42,51	156,73	64,5	10109,085
CGP.V4.6-CGP.V4.2	52,53	209,26	64,5	13497,27

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
34684,875	322,5	107,55

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V4.5-CGP.V4.9	66,27

**2.1.10.2.2 INTENSIDAD**

**RAMA 1**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V4.5	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V4.1	20	5,75	14	14,8	99,1

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
99,1	158,931699

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,85	186,97847

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V4.9	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V4.6	20	5,75	14	14,8	99,1
CGP.V4.2	30	5,75	21	19,8	134,85

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
134,85	216,265788

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—

Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:




$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,85	254,430339



Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.10.2.3 CAÍDAS DE Tensión

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

#### RAMA 1:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT9-CGP.V4.1	99,1	9,59	0,09438412	0,094384115
CGP.V4.1-CGP.V4.5	55,875	38,36	0,21286428	0,307248391

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

#### RAMA 2:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT9-CGP.V4.2	134,85	19,18	0,25686575	0,256865751
CGP.V.2-CGP.V4.6	99,1	52,53	0,51699662	0,77386237
CGP.V4.6-CGP.V4.9	55,875	42,51	0,23589313	1,009755497

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

## 2.1.11 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 10

### 2.1.11.1 ANILLO 1

#### 2.1.11.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT10-CGP.V1.1	40,11	40,11	18,4	738,024
CGP.V1.1-CGP.V1.2	30,52	70,63	18,4	1299,592
CGP.V1.2-CGP.V1.3	30,52	101,15	18,4	1861,16
CGP.V1.3-CGP.V1.4	30,52	131,67	18,4	2422,728
CGP.V1.4-CGP.V1.5	30,52	162,19	18,4	2984,296
CGP.V1.5-CGP.V1.6	48,82	211,01	18,4	3882,584
CGP.V1.6-CGP.V1.7	47,2	258,21	18,4	4751,064
CGP.V1.7-CGP.V1.8	31,11	289,32	18,4	5323,488
CGP.V1.8-CGP.V1.9	31,64	320,96	18,4	5905,664
CGP.V1.9-CGP.V1.10	30,95	351,91	18,4	6475,144
CGP.V1.10-CGP.V1.11	31,37	383,28	18,4	7052,352

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
42696,096	202,4	210,949091

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V1.5-CGP.V1.6	48,82

#### 2.1.11.1.2 INTENSIDAD

## RAMA 1

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V1.5	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V1.4	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V1.3	6	9,2	0	5,4	49,68
CGP.V1.2	8	9,2	0	7	64,4
CGP.V1.1	10	9,2	0	8,5	78,2

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
78,2	125,413308

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,88	142,515123

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al

## FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V1.6	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V1.7	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V1.8	6	9,2	0	5,4	49,68
CGP.V1.9	8	9,2	0	7	64,4
CGP.V1.10	10	9,2	0	8,5	78,2
CGP.V1.11	12	9,2	0	9,9	91,08

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
91,08	146,069618

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

TABLA A.9.2 (UNE 211435):

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—

Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:




$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,88	165,988202

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

TABLA A.1 (UNE 211435):

CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al

FUSIBLE 200

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

#### 2.1.11.1.3 CAÍDAS DE Tensión

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:



Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

**RAMA 1:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT8-CGP.J2	123,166	4	0,048928	0,048928001
CGP.J2-CGP.V5.4	99,1	30,33	0,29850576	0,347433759
CGP.V5.4-CGP.V5.8	55,875	62,6	0,34737497	0,694808725

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT10-CGP.1.11	91,08	94,21	0,85217085	0,852170848
CGP.1.11-CGP.1.10	78,2	31,37	0,2436284	1,095799252
CGP.1.10-CGP.1.9	64,4	30,95	0,19794893	1,293748186
CGP.1.9-CGP.1.8	49,68	31,64	0,15610784	1,449856025
CGP.1.8-CGP.1.7	34,96	31,11	0,10801351	1,557869535
CGP.1.7-CGP.1.6	18,4	47,2	0,08625146	1,644120998

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### 2.1.11.2 ANILLO 2

#### 2.1.11.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT10-CGP.AV.2	53,51	53,51	20	1070,2
CGP.AV.2-CGP.V3.1	63,49	117	18,4	2152,8
CGP.V3.1-CGP.V3.2	25,4	142,4	18,4	2620,16
CGP.V3.2-CGP.V3.3	25,31	167,71	18,4	3085,864
CGP.V3.3-CGP.V3.4	50,06	217,77	18,4	4006,968
CGP.V3.4-CGP.V3.5	46,08	263,85	18,4	4854,84
CGP.V3.5-CGP.V3.6	63,51	327,36	18,4	6023,424
CGP.V3.6-CGP.V1.12	80,29	407,65	18,4	7500,76
CGP.V1.12-CGP.EJ	60,85	468,5	99,8755	46791,67175
CGP.EJ-CGP.J1	5	473,5	21,55	10203,925

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
88310,61275	270,2255	326,803402

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V3.5-CGP.V3.6	63,51

#### 2.1.11.2.2 INTENSIDAD

##### RAMA 1

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V3.5	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V3.5	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V3.5	6	9,2	0	5,4	49,68
CGP.V3.5	8	9,2	0	7	64,4
CGP.V3.5	10	9,2	0	8,5	78,2
CGP.AV.2	10	9,2	20	8,5	98,2

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
98,2	157,488323

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,88	178,964004

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 200

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V3.6	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V1.15	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.EJ	4	9,2	99,8755	3,8	134,8355
CGP.J1	4	9,2	121,4255	3,8	156,3855

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
156,3855	250,803363

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,88	285,003821

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

#### 2.1.11.2.3 CAÍDAS DE Tensión

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan \theta)$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \tan \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

**RAMA 1:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CGP.AV.2	98,2	53,51	0,52185889	0,52185889
CGP.V3.1	78,2	63,49	0,49308152	1,014940412
CGP.V3.2	64,4	25,4	0,16245244	1,17739285
CGP.V3.3	49,68	25,31	0,1248764	1,302269252
CGP.V3.4	34,96	50,06	0,17380766	1,476076914
CGP.V3.5	18,4	46,08	0,08420482	1,560281732

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT10-CGP.J1	156,3855	20	0,31062265	0,310622654
CGP.J1-CGP.EJ	134,8355	5	0,06695467	0,377577329
CGP.EJ-CGP.1.12	34,96	60,85	0,27876582	0,656343153
CGP.1.12-CGP.3.6	18,4	80,29	0,11119495	0,7675381

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.12 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 11**

**2.1.12.1 ANILLO 1**

**2.1.12.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT11-CGP.G5.2	50,04	50,04	47,825	2393,163
CGP.G5.2-CGP.V5.14	20,34	70,38	64,5	4539,51
CGP.V5.14-CGP.V5.12	20,34	90,72	64,5	5851,44
CGP.V5.12-CGP.V5.11	24,65	115,37	64,5	7441,365
CGP.V5.11-CGP.V5.13	34,82	150,19	64,5	9687,255
CGP.V5.13-CGP.G5.1	20,34	170,53	47,825	8155,59725

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
38068,33025	353,65	107,644084



El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V5.12-CGP.V5.11	24,65

#### 2.1.12.1.2 INTENSIDAD

##### RAMA 1

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V5.12	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V5.14	20	5,75	14	14,8	99,1
CGP.G5.2	20	5,75	61,825	14,8	146,925

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
146,925	235,631079

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	250,67136

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al

FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V5.11	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V5.13	20	5,75	14	14,8	99,1
CGP.G5.1	20	5,75	61,825	14,8	146,925

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
146,925	235,631079

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	250,67136

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en  $\text{mm}^2$

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros <sup>(1)</sup>					

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al  
FUSIBLE 315

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.12.1.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\text{tg } \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \text{tg } \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

#### RAMA 1:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT11-CGP.G5.2	146,925	50,04	0,73016271	0,730162708
CGP.G5.2-CGP.V5.14	99,1	20,34	0,20018487	0,930347578
CGP.V5.14-CGP.V5.12	55,875	20,34	0,11286912	1,043216696

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

#### RAMA 2:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT11-CGP.G5.1	132,925	60,21	0,79484408	0,79484408
CGP.G5.1-CGP.V5.13	99,1	20,34	0,20018487	0,99502895
CGP.V5.13-CGP.V5.11	55,875	34,82	0,19322039	1,188249338

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

#### 2.1.12.2 ANILLO 2

##### 2.1.12.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD	POTENCIA(kW)	PxL
-------	-------------	----------	--------------	-----

		ACUMULADA (m)		
CT11-CGP.G4.2	10,16	10,16	47,15	479,044
CGP.G4.2-CGP.V4.14	20,32	30,48	64,5	1965,96
CGP.V4.14-CGP.V4.12	20,32	50,8	64,5	3276,6
CGP.V4.12-CGP.V4.11	24,33	75,13	64,5	4845,885
CGP.V4.11-CGP.V4.13	34,49	109,62	64,5	7070,49
CGP.V4.13-CGP.G4.1	20,32	129,94	47,15	6126,671

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma P \times L$	$\Sigma P$	p.m.t
23764,65	352,3	67,4557196

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V4.12-CGP.V4.11	24,33

## 2.1.12.2.2 INTENSIDAD

### RAMA 1

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V4.12	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V4.14	20	5,75	14	14,8	99,1
CGP.G4.2	20	5,75	61,15	14,8	146,25

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
146,25	234,548547

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	249,519731

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>



CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros <sup>(1)</sup>					

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al  
FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V4.11	10	5,75	7	8,5	55,875
CGP.V4.13	20	5,75	14	14,8	99,1
CGP.G4.1	20	5,75	61,15	14,8	146,25

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
146,25	234,548547

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	249,519731

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en  $\text{mm}^2$

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

#### 2.1.12.2.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\text{tg } \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \tan \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,151451563	0,206	0,075

Por tanto obtenemos:

#### RAMA 1:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT11-CGP.G4.2	146,25	10,16	0,22504188	0,225041877
CGP.G4.2-CGP.V4.14	99,1	20,32	0,30497983	0,530021706
CGP.V4.14-CGP.V4.12	55,875	20,32	0,17195508	0,701976781

ΔU% < 5% Válido por Caída de Tensión

#### RAMA 2:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT11-CGP.G4.1	146,25	20,32	0,45008375	0,450083753
CGP.G4.1-CGP.V4.13	99,1	20,32	0,30497983	0,755063582
CGP.V4.13-CGP.V4.11	55,875	34,49	0,29186666	1,046930243

ΔU% < 5% Válido por Caída de Tensión

**2.1.13 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 12****2.1.13.1 ANILLO 1****2.1.13.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT12-CGP.V2.2	55,93	55,93	18,4	1029,112
CGP.V2.2-CGP.V2.4	68,44	124,37	18,4	2288,408
CGP.V2.4-CGP.V2.5	72,64	197,01	18,4	3624,984
CGP.V2.5-CGP.V2.6	34,22	231,23	18,4	4254,632
CGP.V2.6-CGP.V2.7	34,22	265,45	18,4	4884,28
CGP.V2.7-CGP.V2.8	34,22	299,67	18,4	5513,928
CGP.V2.8-CGP.V2.9	34,22	333,89	18,4	6143,576
CGP.V2.9-CGP.V2.10	34,22	368,11	18,4	6773,224
CGP.V2.10-CGP.V2.11	34,22	402,33	18,4	7402,872
CGP.V2.11-CGP.V2.12	34,22	436,55	18,4	8032,52
CGP.V2.12-CGP.V2.13	48,37	484,92	18,4	8922,528
CGP.V2.13-CGP.V2.14	43,97	528,89	18,4	9731,576
CGP.V2.14-CGP.V2.15	34,22	563,11	18,4	10361,224
CGP.V2.15-CGP.V2.16	34,22	597,33	18,4	10990,872
CGP.V2.16-CGP.V2.17	34,22	631,55	18,4	11620,52

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
101574,256	276	368,022667

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V2.9-CGP.V2.10	34,22

**2.1.13.1.2 INTENSIDAD****RAMA 1**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V2.9	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V2.8	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V2.7	6	9,2	0	5,4	49,68
CGP.V2.6	8	9,2	0	7	64,4
CGP.V2.5	10	9,2	0	8,5	78,2
CGP.V2.4	12	9,2	0	9,9	91,08
CGP.V2.2	14	9,2	0	11,3	103,96

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
103,96	166,725928

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	177,368008

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al

FUSIBLE 200

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V2.10	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V2.11	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V2.12	6	9,2	0	5,4	49,68
CGP.V2.13	8	9,2	0	7	64,4
CGP.V2.14	10	9,2	0	8,5	78,2
CGP.V2.15	12	9,2	0	9,9	91,08
CGP.V2.16	14	9,2	0	11,3	103,96
CGP.V2.17	16	9,2	0	12,5	115

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
115	184,431336

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:



**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	196,203549

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x125 Al

FUSIBLE 200

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.13.1.3 CAÍDAS DE Tensión

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

#### RAMA 1:

TRAMO	POTENCIA(kw)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT12-CGP.V2.2	18,4	55,93	0,10220433	0,102204329
CGP.V2.2-CGP.V2.4	103,96	68,44	0,70661511	0,808819438
CGP.V2.4-CGP.V2.5	91,08	72,64	0,65706072	1,465880158
CGP.V2.5-CGP.V2.6	78,2	34,22	0,26576232	1,731642477
CGP.V2.6-CGP.V2.7	64,4	34,22	0,21886309	1,950505564
CGP.V2.7-CGP.V2.8	49,68	34,22	0,16883724	2,119342803
CGP.V2.8-CGP.V2.9	34,96	34,22	0,11881139	2,238154193

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

#### RAMA 2:

TRAMO	POTENCIA(kw)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT12-CGP.2.17	115	47,45	0,54192689	0,541926895
CGP.2.17-CGP.2.16	103,96	34,22	0,35330755	0,895234449
CGP.2.16-CGP.2.15	91,08	34,22	0,30953494	1,204769386
CGP.2.15-CGP.2.14	78,2	34,22	0,26576232	1,470531706
CGP.2.14-CGP.2.13	64,4	43,97	0,21886309	1,689394793
CGP.2.16-CGP.2.15	49,68	48,37	0,23865158	1,928046378
CGP.2.15-CGP.2.14	34,96	34,22	0,15266326	2,080709639
CGP.2.14-CGP.2.13	18,4	34,22	0,06253231	2,14324195

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.13.2 ANILLO 2****2.1.13.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CT12-CGP.V2.1	17,5	17,5	18,4	322
CGP.V2.1-CGP.V6.1	97,64	115,14	18,4	2118,576
CGP.V6.1-CGP.V6.2	17,8	132,94	18,4	2446,096
CGP.V6.2-CGP.V6.3	17,8	150,74	18,4	2773,616
CGP.V6.3-CGP.V6.4	17,8	168,54	18,4	3101,136
CGP.V6.4-CGP.V6.5	36,06	204,6	9,2	1882,32
CGP.V6.5-CGP.V6.6	21,47	226,07	18,4	4159,688
CGP.V6.6-CGP.V6.7	18,56	244,63	18,4	4501,192
CGP.V6.7-CGP.V6.8	46,56	291,19	18,4	5357,896
CGP.V6.8-CGP.V6.9	17,8	308,99	18,4	5685,416
CGP.V6.9-CGP.V6.10	17,8	326,79	18,4	6012,936
CGP.V6.10-CGP.V6.11	17,8	344,59	18,4	6340,456
CGP.V6.11-CGP.AV3	65,45	392,24	18,4	7217,216
CGP.AV3-CGP.V2.3	17,59	362,18	18,4	6664,112

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
58582,656	248,4	235,84

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V6.6-CGP.V6.7	18,56

**2.1.13.2.2 INTENSIDAD****RAMA 1**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

$U=400\text{ V}$  y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V6.6	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V6.5	3	9,2	0	3	27,6
CGP.V6.4	5	9,2	0	4,6	42,32
CGP.V6.3	7	9,2	0	6,2	57,04
CGP.V6.2	9	9,2	0	7,8	71,76
CGP.V6.1	11	9,2	0	9,2	84,64
CGP.V2.1	13	9,2	0	10,6	97,52

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
97,52	156,397773

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**

**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	166,380609

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 200

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

**RAMA 2**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

$U=400 \text{ V}$  y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V6.7	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V6.8	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V6.9	6	9,2	0	5,4	49,68
CGP.V6.10	8	9,2	0	7	64,4
CGP.V6.11	10	9,2	0	8,5	78,2
CGP.AV3	10	9,2	20	8,5	98,2
CGP.V2.3	12	9,2	20	9,9	111,08

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
111,08	178,144633

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,94	189,515567

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:



Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x240 +1x150 Al

FUSIBLE 200

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

### 2.1.13.2.3 CAÍDAS DE Tensión

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,099313125	0,125	0,07

Por tanto obtenemos:

**RAMA 1:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT12-CGP.V2.1	97,52	17,5	0,25846724	0,258467237
CGP.V2.1-CGP.V6.1	84,64	97,64	1,25163351	1,510100751
CGP.V6.1-CGP.V6.2	71,76	17,8	0,19345332	1,703554073
CGP.V6.2-CGP.V6.3	57,04	17,8	0,15377059	1,857324662
CGP.V6.3-CGP.V6.4	42,32	17,8	0,11408786	1,971412518
CGP.V6.4-CGP.V6.5	27,6	36,06	0,15073308	2,122145594
CGP.V6.5-CGP.V6.6	18,4	21,47	0,05983064	2,181976231

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CT12-CGP.2.3	111,08	85,94	0,94806446	0,948064463
CGP.2.3-CGP.AV3	98,2	17,59	0,17154733	1,119611798
CGP.AV3-CGP.6.11	78,2	65,45	0,50830344	1,627915241
CGP.6.11-CGP.6.10	64,4	17,8	0,11384462	1,741759863
CGP.6.10-CGP.6.9	49,68	17,8	0,08782299	1,829582857
CGP.6.9-CGP.6.8	34,96	17,8	0,22724154	2,056824396
CGP.6.8-CGP.6.7	18,4	46,56	0,08508195	2,141906347

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.14 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE REPARTO****2.1.14.1 ANILLO 1****2.1.14.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CTR-CGP.V10.1	31,8	31,8	18,4	585,12
CGP.V10.1-CGP.V10.2	18,64	50,44	18,4	928,096
CGP.V10.2-CGP.V10.3	44,08	94,52	18,4	1739,168
CGP.V10.3-CGP.V10.4	17,68	112,2	18,4	2064,48
CGP.V10.4-CGP.V10.5	17,68	129,88	18,4	2389,792
CGP.V10.5-CGP.V10.6	17,68	147,56	18,4	2715,104
CGP.V10.6-CGP.V10.7	23,61	171,17	18,4	3149,528
CGP.V10.7-CGP.V10.8	55,05	226,22	18,4	4162,448
CGP.V10.8-CGP.V10.9	47,62	273,84	18,4	5038,656
CGP.V10.9-CGP.V10.10	17,28	291,12	18,4	5356,608
CGP.V10.10-CGP.V10.11	17,41	308,53	18,4	5676,952
CGP.V10.11-CGP.V10.12	17,4	325,93	18,4	5997,112
CGP.V10.12-CGP.V10.13	17,4	343,33	18,4	6317,272
CGP.V10.13-CGP.V10.14	34,3	377,63	9,2	3474,196

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma PxL$	$\Sigma P$	p.m.t
49594,532	248,4	199,655926

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.V10.7-CGP.V10.8	55,05

**2.1.14.1.2 INTENSIDAD****RAMA 1**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVIENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V10.7	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V10.6	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V10.5	6	9,2	0	5,4	49,68
CGP.V10.4	8	9,2	0	7	64,4
CGP.V10.3	10	9,2	0	8,5	78,2
CGP.V10.2	12	9,2	0	9,9	91,08
CGP.V10.1	14	9,2	0	11,3	103,96

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
103,96	166,725928

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo. La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,88	189,461282

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{tablas}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al  
FUSIBLE 200

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos\theta=0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V10.8	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V10.9	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V10.10	6	9,2	0	5,4	49,68
CGP.V10.11	8	9,2	0	7	64,4
CGP.V10.12	10	9,2	0	8,5	78,2
CGP.V10.13	12	9,2	0	9,9	91,08
CGP.V10.14	13	9,2	0	10,6	97,52

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
97,52	156,397773

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,88	177,724742

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

TABLA A.1 (UNE 211435):  
CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al  
FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

#### 2.1.14.1.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:



K	R	X
0,151451563	0,206	0,075

Por tanto obtenemos:

**RAMA 1:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CTR-CGP.V10.1	103,96	31,8	0,50068796	0,500687961
CGP.V10.1-CGP.V10.2	91,08	18,64	0,25712404	0,757812004
CGP.V10.2-CGP.V10.3	78,2	44,08	0,52206202	1,279874021
CGP.V10.3-CGP.V10.4	64,4	17,68	0,17244154	1,452315559
CGP.V10.4-CGP.V10.5	49,68	17,68	0,13302633	1,585341888
CGP.V10.5-CGP.V10.6	34,96	17,68	0,09361112	1,678953008
CGP.V10.6-CGP.V10.7	18,4	23,61	0,06579419	1,744747202

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2:**

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CTR-CGP.V10.14	97,52	10	0,14769556	0,147695564
CGP.V10.14-CGP.V10.13	91,08	34,3	0,47314135	0,620836909
CGP.V10.13-CGP.V10.12	78,2	17,4	0,20607711	0,826914021
CGP.V10.12-CGP.V10.11	64,4	17,4	0,16971056	0,996624584
CGP.V10.11-CGP.V10.10	49,68	17,41	0,13099482	1,127619402
CGP.V10.10-CGP.V10.9	34,96	17,28	0,09149322	1,219112624
CGP.V10.9-CGP.V10.8	18,4	47,62	0,13270307	1,351815694

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**2.1.14.2 ANILLO 2**

**2.1.14.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kW)	PxL
CTR-CGP.V15.7	49,18	49,18	18,4	904,912
CGP.V15.7-CGP.V15.9	41,64	90,82	18,4	1671,088
CGP.V15.9-CGP.AV1	12,02	102,84	20	2056,8
CGP.AV1-CGP.V15.8	31,22	134,06	18,4	2466,704
CGP.V15.8-CGP.V15.6	42,61	176,67	18,4	3250,728
CGP.V15.6-CGP.V15.5	40,71	217,38	9,2	1999,896

**Cálculo del punto de mínima tensión:**

$$p.m.t.: \frac{\sum L \cdot P}{\sum P}$$

$\Sigma P \times L$	$\Sigma P$	p.m.t
12350,128	102,8	120,137432

El punto de mínima tensión mide y se encuentra situado entre las siguientes cajas generales de protección:

TRAMO	LONGITUD(m)
CGP.AV1-CGP.V15.8	31,22

**2.1.14.2.2 INTENSIDAD**

**RAMA 1**

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.AV1	0	0	20	0	20
CGP.V15.9	2	9,2	20	2	38,4
CGP.V15.7	4	9,2	20	3,8	54,96

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
54,96	88,1421411

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—




Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,88	100,161524

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL KZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

## RAMA 2

A partir de la Intensidad de corriente en el punto más desfavorable. Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad del REBT (ITC- BT 10), sin aplicar coeficiente de dúplex.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\theta}$$

U=400 V y  $\cos \theta = 0,9$

CGP	NUMERO DE VIVIENDAS	POTENCIA MEDIA VIVENDAS	POTENCIA ACUMULADA	C.S	POTENCIA TOTAL
CGP.V15.8	2	9,2	0	2	18,4
CGP.V15.6	4	9,2	0	3,8	34,96
CGP.V15.5	5	9,2	0	4,6	42,32

-Distribución de potencias:

POTENCIA	INTENSIDAD
42,32	67,8707316

Para entrar en las tablas del fabricante necesitamos tener en cuenta un factor de corrección debido al agrupamiento de circuitos, ya que los demás factores son iguales a los factores tipo.

La tabla de la casa de Prysmian es la siguiente:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—



Tomamos el siguiente valor del factor de potencia para 2 circuitos agrupados a 600 mm de distancia:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K}$$

f.d.c	I.tablas
0,88	77,1258314

Con este valor entramos a la tabla de Prysmian correspondiente a los valores máximos admisibles de intensidad:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Podemos ver claramente que para la  $I_{\text{tablas}}$  obtenida escogeremos la siguiente sección en mm<sup>2</sup>

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

Por consiguiente procedemos al cálculo del fusible, para lo cual utilizaremos las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA MT 2.51.01:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

Nuestra selección de cable queda:

CABLE RV 0,6/1 kV 3x150 +1x95 Al

FUSIBLE 250

Según la normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo debe de ser igual para las dos ramas.

#### 2.1.14.2.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

Para que la sección sea válida es necesario que la caída de tensión de cada una de las ramas sea menos que el 5 %.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot (\operatorname{tg} \theta))$$

Donde:

$$\Delta U\% = W \cdot L \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{R + X \cdot \operatorname{tg} \theta}{10 \cdot U^2}$$

En esta tabla tenemos el valor de la resistencia y de la impedancia para un valor determinado de sección del conductor:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

En nuestro caso, como hemos seleccionado una sección de 150 mm<sup>2</sup>, los valores de resistencia e impedancia son los siguientes:

K	R	X
0,151451563	0,206	0,075

Por tanto obtenemos:

#### RAMA 1:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CTR-CGP.V15.7	54,96	49,18	0,4093634	0,409363396
CGP.V15.7-CGP.V15.9	38,4	41,64	0,24216741	0,651530809
CGP.V15.9-CGP.AV1	20	12,02	0,03640896	0,687939765

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

#### RAMA 2:

TRAMO	POTENCIA(kW)	LONGITUD	AU %	AU % Acumulada
CTR-CGP.15.5	42,32	33,56	0,21510047	0,215100475
CGP.15.5-CGP.15.6	34,96	40,71	0,21554914	0,43064961
CGP.15.6-CGP.15.8	18,4	42,61	0,11874166	0,54939127

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

## 2.2 CÁLCULOS DE MEDIA TENSIÓN

### 2.2.1 CÁLCULOS LÍNEA AEREA DE MEDIA TENSIÓN AL APOYO FIN DE LÍNEA (ACOMETIDA)

Comprobamos que tipo de conductor vamos a utilizar.

El conductor elegido tiene que admitir toda la intensidad de la urbanización. Para ello calculamos dicha intensidad mediante la potencia total en la urbanización:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\alpha} = \frac{0,4 * 8343,13}{\sqrt{3} * 20 * 0.85} = 113,34 \text{ A} < 197 \text{ A}$$

El conductor LA-56 admite como máximo 197 A, por lo tanto es válido.

$$P = 8343,13 \text{ kVA}$$

$$V = 20 \text{ kV}$$

$$\cos \alpha = 0.85$$

- Cálculo de la altura del apoyo.

$$HV = d + f - 1.2 \quad HT = HV + h - 0.2$$

$$\text{Cálculo de la flecha: } a_e \cong 50 \text{ m} \left\{ \begin{array}{l} F=0.61 \text{ m} \\ T=96 \text{ daN} \end{array} \right\} \text{ Hip. } +50^\circ\text{C}$$

- Distancia entre conductores  $D = K * \sqrt{F + L} + K' * D_{pp}$

$$K=f(\alpha); \alpha = \arctg \frac{S_{bv}}{P} = \arctg \frac{0.57}{0.6} = 43.53^\circ \rightarrow K = 0.6$$

$$S_{bv}=60*(9.5*10^{-3})=0.57 \text{ kg/m}$$

$$P_a = \sqrt{0.189^2 + (60 * (9.5 * 10^{-3}))^2} = 0.6 \text{ kg/m}$$

$$F=0.61 \text{ m}$$

$$L=0$$

$$K'=0.75$$

$$D_{pp}=0.25$$

$$D = 0.6 * \sqrt{0.61 + 0} + 0.75 * 0.25 = 0.65 \text{ m} < 1.5 \text{ m} \rightarrow \text{ARMADO B2 VÁLIDO}$$

- Procedo al cálculo de la altura del apoyo:
- $d = D_{add} + D_{el} = 5.3 + 0.22 = 5.53 \text{ m} \cong 6 \text{ m}$
- $HV = d + f - 1.2 = 6 + 0.61 - 1.2 = 5.41 \text{ m}$
- Escojo un  $HT=10 \text{ m}$   $10 = HV + 1.5 - 0.2$ ;  $HV = 8.7 \text{ m} > 5.41 \text{ m}$  VÁLIDO
- $d = 8.7 - 0.61 + 1.2 = 9.29 \text{ m}$



- APOYO 10 C-500
- ARMADO B2

## 2.2.2 CÁLCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (ACOMETIDA) AL CENTRO DE REPARTO

### 2.2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

La línea de acometida hasta el centro de reparto (CTR) necesita una carga de trece transformadores con una potencia de 400 kVA y un abonado con un transformador de 630kVA para un centro comercial.

La potencia de la línea deberá de soportar una potencia máxima de 5830 kVA.

La línea transcurre por una zona de categoría A con lo cual su tensión nominal será 12/20KV.

El cable a utilizar es el Etileno Propileno de alto módulo (HEPR). Directamente enterrado a un metro de profundidad. Agrupados como máximo por dos ternas de cables a una distancia de separación de 0,6m.

La resistividad térmica del terreno se considera arenoso muy seco 1,5 k·m/w.

El tiempo de cortocircuito será de 0,5 segundos.

La temperatura del terreno  $\Theta = 25^{\circ}\text{C}$

La potencia de cortocircuito es de 350MVA

Con estas características nos vamos a la ITC-LAT-06 y a través de las tablas seleccionamos el factor de corrección de la intensidad y las intensidades admisibles.

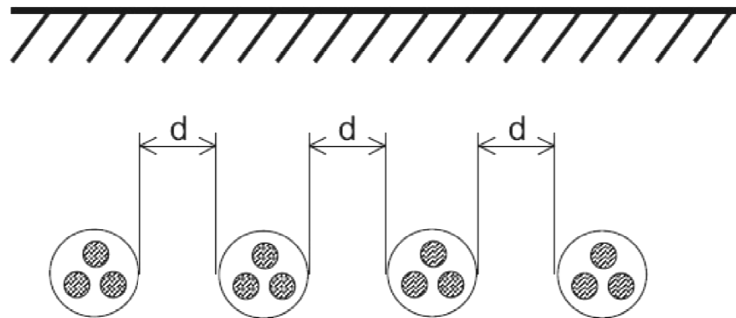
Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	490	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Por el agrupamiento de los cables tenemos que tener en cuenta:

**Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares**

Factor de corrección										
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



En resumen el factor de corrección de la intensidad del cable nos queda:

$$f.d.c = 0,88$$

#### 2.2.2.2 CRITERIO DE CALENTAMIENTO

Para el criterio de calentamiento debemos de calcular la intensidad a soportar por la línea y aplicarle el factor de corrección, irnos a la Tabla6 de la ITC-LAT-06 y seleccionar la sección de nuestro cable.

Intensidad total de la LSMT:

$$I = \frac{S \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U} (A)$$

I = Intensidad en Amperios

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en kV.

Centro de transformación nº	Potencia aparente (s)
CT 1	400 kVA
CT 2	400 kVA
CT 3	400 kVA
CT 4	400 kVA
CT 5	400 kVA
CT 6	400 kVA
CT 7	400 kVA
CT 8	400 kVA
CT 9	400 kVA
CT 10	400 kVA
CT 11	400 kVA
CT 12	400 kVA
CT R	400 kVA
CT Centro Comercial (Abonado)	630 kVA

POTENCIA TOTAL ESTIMADA 5830 kVA

$$I = \frac{5830}{\sqrt{3} \cdot 20} = 168,29 \angle - 25,84(A)$$

Aplicamos nuestro factor de corrección:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I_T}{f. d. c} = \frac{168,29}{0,88} = 191,24 A$$

Seleccionamos una intensidad mayor en la tabla:

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrado.

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

SECCION 150mm² I = 275 (A)

Iadmisible = 275 · 0,88 = 242 > IT = 168,29 A

### 2.2.2.3 CRITERIO DE CORTOCIRCUITO

A la hora de elegir una sección adecuada también debemos tener en cuenta la posibilidad de un cortocircuito y que no nos rompa ni cause defectos importantes en nuestro cable.

Para ello se calcula la intensidad máxima de cortocircuito y a través de esta intensidad la sección mínima de cortocircuito:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{350 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3} = 10103,62(A) = 10,1(kA)$$

Para la sección de cortocircuito debemos de tener en cuenta:

$$S_{cc} = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K} = \frac{10103,62 \cdot \sqrt{0,5}}{126} = 56,7 \text{ mm}^2$$

I<sub>cc</sub> -> Intensidad de cortocircuito

√t -> Tiempo de cortocircuito

K -> Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, t <sub>cc</sub> , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC: sección ≤ 300 mm <sup>2</sup>	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm <sup>2</sup>	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPRE	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U <sub>s</sub> 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Nuestra sección elegida anteriormente es de 150mm<sup>2</sup> que es mayor que 56,7mm<sup>2</sup> con lo cual es válida.

#### 2.2.2.4 CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

La sección escogida es de 150mm<sup>2</sup>, la resistencia y la reactancia de esta sección son:

$$R=0,277 \Omega/\text{Km} \quad X=0,110 \Omega/\text{K}$$

$$Z_{0R} = L(\text{Km}) \cdot (R + jX) = 0,153 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,042 + j0,0168\Omega$$

TABLA VII  
Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (105 °C)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Resistencia máxima en c.a. y a 105 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares		Cables Tripolares	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.446	-	2.484	-
16	1.540	2.533	1.566	2.574
25	0.972	1.602	0.991	1.633
35	0.702	1.157	0.715	1.176
50	0.519	0.847	0.528	0.887
70	0.359	0.591	0.365	0.601
95	0.259	0.430	0.264	0.434
120	0.206	0.340	0.209	0.343
150	0.168	0.277	0.170	0.281
185	0.134	0.221	0.137	0.224
240	0.104	0.168	0.105	0.173
300	0.083	0.136	-	-
400	0.066	0.105	-	-
500	0.054	0.089	-	-

Nota: La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada:  $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$ . Donde L, en km, es la longitud de la línea. I, en A, es la intensidad de corriente a transportar. (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 34).

TABLA VIII  
Reactancia la frecuencia de 50 Hz

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Reactancia X en Ω/km por fase Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
Tres cables unipolares en contacto mutuo							
10	0.135	-	-	-	-	-	-
16	0.126	-	-	-	-	-	-
25	0.118	0.125	0.134	0.141	-	-	-
35	0.113	0.118	0.128	0.135	0.140	-	-
50	0.108	0.113	0.122	0.128	0.130	0.140	0.148
70	0.101	0.106	0.115	0.120	0.122	0.130	0.137
95	0.099	0.102	0.110	0.115	0.118	0.121	0.129
120	0.095	0.098	0.106	0.111	0.112	0.118	0.123
150	0.093	0.096	0.102	0.108	0.110	0.115	0.118
185	0.089	0.093	0.100	0.104	0.106	0.110	0.113
240	0.088	0.090	0.097	0.101	0.102	0.106	0.109
300	0.086	0.088	0.093	0.097	0.099	0.103	0.105
400	0.085	0.086	0.091	0.095	0.096	0.100	0.102
500	0.084	0.084	0.089	0.092	0.093	0.096	0.099

$$\Delta U_{OR} = \sqrt{3} \cdot I_t \cdot Z_{OR} = \sqrt{3} \cdot (168,29 \angle -25,84) \cdot (0,042 + j0,0168) = 13,15 - j0,929 \text{ (V)}$$

En tanto por ciento nos queda:

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U_{OR}}{U - \Delta U_{OR}} \cdot 100 = \frac{13,15 - j0,929}{20 \cdot 10^3 - (13,15 - j0,929)} \cdot 100 = 0,0659\% < 5\%$$

Al ser menor que el 5% la sección de 150mm<sup>2</sup> es válida.

## 2.2.3 CÁLCULOS LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN DE CENTRO REPARTO AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO PARA UN CENTRO COMERCIAL

### 2.2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

La línea de centro de reparto (CTR) hasta el centro de abonado necesita una carga de un transformador de 630 kVA.

La potencia de la línea deberá de soportar una potencia máxima de 630 kVA.

La línea transcurre por una zona de categoría A con lo cual su tensión nominal será 12/20KV.

El cable a utilizar es el Etileno Propileno de alto módulo (HEPR). Directamente enterrado a un metro de profundidad. Agrupados como máximo por dos ternas de cables a una distancia de separación de 0,6m.

La resistividad térmica del terreno se considera arenoso muy seco 1,5 k·m/w.

El tiempo de cortocircuito será de 0,5 segundos.

La temperatura del terreno  $\Theta = 25^{\circ}\text{C}$

La potencia de cortocircuito es de 350MVA

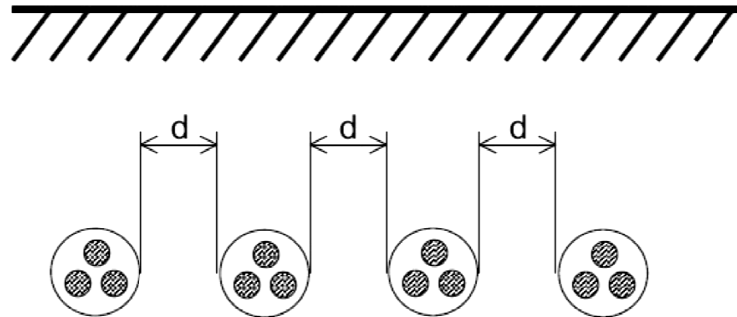
Con estas características nos vamos a la ITC-LAT-06 y a través de las tablas seleccionamos el factor de corrección de la intensidad y las intensidades admisibles.

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

**Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares**

Factor de corrección		Número de ternos de la zanja								
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



En resumen el factor de corrección de la intensidad del cable nos queda:

$$f. d. c = 0,88$$

### 2.2.3.2 CRITERIO DE CALENTAMIENTO

Para el criterio de calentamiento debemos de calcular la intensidad a soportar por la línea y aplicarle el factor de corrección, irnos a la Tabla6 de la ITC-LAT-06 y seleccionar la sección de nuestro cable.

Intensidad total de la LSMT:

$$I = \frac{S \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U} (A)$$

I = Intensidad en Amperios

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en kV.

$$I = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 20} = 18,18 \angle - 25,84(A)$$

Aplicamos nuestro factor de corrección:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I_T}{f.d.c} = \frac{18,18}{0,88} = 20,65(A)$$

Seleccionamos una intensidad mayor en la tabla:

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Con una sección de 25 mm² nos vale pero Iberdrola nos exige como mínimo una sección de 150mm².

SECCION 150mm² I = 275 (A)

I<sub>admisible</sub> = 275 · 0,88 = 242 > I<sub>T</sub> = 18,18 (A)

### 2.2.3.3 CRITERIO DE CORTOCIRCUITO

A la hora de elegir una sección adecuada también debemos tener en cuenta la posibilidad de un cortocircuito y que no nos rompa ni cause defectos importantes en nuestro cable.

Para ello se calcula la intensidad máxima de cortocircuito y a través de esta intensidad la sección mínima de cortocircuito

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{350 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3} = 10103,62(A) = 10,1(kA)$$

Para la sección de cortocircuito debemos de tener en cuenta:

$$S_{cc} = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K} = \frac{10103,62 \cdot \sqrt{0,5}}{126} = 56,7 \text{ mm}^2$$

I<sub>cc</sub> -> Intensidad de cortocircuito

√t -> Tiempo de cortocircuito

K -> Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección ≤ 300 mm²	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm²	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U <sub>s</sub> 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Nuestra sección elegida anteriormente es de 150mm² que es mayor que 56,7mm² con lo cual es válida.



### 2.3.4 CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

La sección escogida es de 150mm<sup>2</sup>, la resistencia y la reactancia de esta sección son:

$$R=0,277 \Omega/\text{Km} \quad X= 0,110 \Omega/\text{K}$$

$$Z_{0A} = \text{Km} \cdot (R + jX) = 0,521 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,144 + j0,057\Omega$$

TABLA VII  
Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (105 °C)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Resistencia máxima en c.a. y a 105 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares		Cables Tripolares	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.446	-	2.484	-
16	1.540	2.533	1.566	2.574
25	0.972	1.602	0.991	1.633
35	0.702	1.157	0.715	1.176
50	0.519	0.847	0.528	0.087
70	0.359	0.591	0.365	0.601
95	0.259	0.430	0.264	0.434
120	0.206	0.340	0.209	0.343
150	0.168	0.277	0.170	0.281
185	0.134	0.221	0.137	0.224
240	0.104	0.168	0.105	0.173
300	0.083	0.136	-	-
400	0.066	0.105	-	-
500	0.054	0.089	-	-

Nota: La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada:  $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$ . Donde L, en km, es la longitud de la línea. I, en A, es la intensidad de corriente a transportar. (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 34).

TABLA VIII  
Reactancia la frecuencia de 50 Hz

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Reactancia X en Ω/km por fase						
	Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
Tres cables unipolares en contacto mutuo							
10	0.135	-	-	-	-	-	-
16	0.126	-	-	-	-	-	-
25	0.118	0.125	0.134	0.141	-	-	-
35	0.113	0.118	0.128	0.135	0.140	-	-
50	0.108	0.113	0.122	0.128	0.130	0.140	0.148
70	0.101	0.106	0.115	0.120	0.122	0.130	0.137
95	0.099	0.102	0.110	0.115	0.118	0.121	0.129
120	0.095	0.098	0.106	0.111	0.112	0.118	0.123
150	0.093	0.096	0.102	0.108	0.110	0.115	0.118
185	0.089	0.093	0.100	0.104	0.106	0.110	0.113
240	0.088	0.090	0.097	0.101	0.102	0.106	0.109
300	0.086	0.088	0.093	0.097	0.099	0.103	0.105
400	0.085	0.086	0.091	0.095	0.096	0.100	0.102
500	0.084	0.084	0.089	0.092	0.093	0.096	0.099

$$\Delta U_{R-CC} = \sqrt{3} \cdot I_t \cdot Z_{R-CC} = \sqrt{3} \cdot (18,18\angle - 25,84) \cdot (0,144 + j0,057) = 4,86 - j0,36 \text{ (V)}$$

En tanto por ciento nos queda:

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U_{R-6}}{U - \Delta U_{R-6}} \cdot 100 = \frac{4,86 - j0,36}{20 \cdot 10^3 - (4,86 - j0,36)} \cdot 100 = 0,02437\% < 5\%$$

Al ser menor que el 5% la sección de 150mm<sup>2</sup> es válida.

## 2.2.4 CÁLCULOS ANILLO MT

### 2.2.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

El anillo consta de 13 transformadores, cada uno de ellos con una potencia de de 400kVA.

La potencia de la línea deberá de soportar una potencia máxima de 5200 kVA.

La línea transcurre por una zona de categoría A con lo cual su tensión nominal será 12/20KV.

El cable a utilizar es el Etileno Propileno de alto módulo (HEPR). Directamente enterrado a un metro de profundidad. Agrupados como máximo por dos ternas de cables a una distancia de separación de 0,6m.

La resistividad térmica del terreno se considera arenoso muy seco 1,5 k·m/w.

El tiempo de cortocircuito será de 0,5 segundos.

La temperatura del terreno  $\Theta = 25^{\circ}\text{C}$

La potencia de cortocircuito es de 350MVA

Con estas características nos vamos a la ITC-LAT-06 y a través de las tablas seleccionamos el factor de corrección de la intensidad y las intensidades admisibles por el cable.

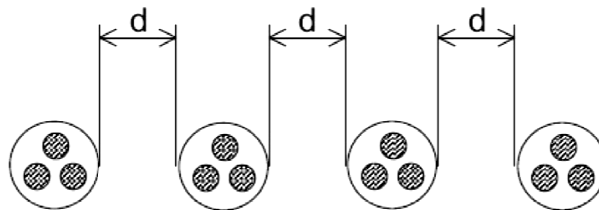
Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Por el agrupamiento de los cables tenemos que tener en cuenta:

**Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares**

Factor de corrección										
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)									
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



En resumen el factor de corrección de la intensidad del cable nos queda:

$$f. d. c = 0,88$$

#### 2.2.4.2 CRITERIO DE CALENTAMIENTO

Para el criterio de calentamiento debemos de calcular la intensidad a soportar por la línea y aplicarle el factor de corrección, irnos a la Tabla6 de la ITC-LAT-06 y seleccionar la sección de nuestro cable.

Intensidad total de la LSMT:

$$I = \frac{S \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U} (A)$$

I = Intensidad en Amperios

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en kV.

$$I = \frac{5200}{\sqrt{3} \cdot 20} = 150,11 \angle - 25,84(A)$$

Aplicamos nuestro factor de corrección:

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I_T}{f.d.c} = \frac{150,11}{0,88} = 170,58(A)$$

Seleccionamos una intensidad mayor en la tabla:

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrado

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	500	445	600	470

Iberdrola nos exige como mínimo una sección de 150mm².

SECCION 150mm² I = 275 (A)

$$I_{\text{admisible}} = 275 \cdot 0,88 = 242 > I_T = 150,11 (A)$$

#### 2.2.4.3 CRITERIO DE CORTOCIRCUITO

A la hora de elegir una sección adecuada también debemos tener en cuenta la posibilidad de un cortocircuito y que no nos rompa ni cause defectos importantes en nuestro cable.

Para ello se calcula la intensidad máxima de cortocircuito y a través de esta intensidad la sección mínima de cortocircuito:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{350 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3} = 10103,62(A) = 10,1(kA)$$

Para la sección de cortocircuito debemos de tener en cuenta:

$$S_{cc} = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K} = \frac{10103,62 \cdot \sqrt{0,5}}{126} = 56,7 \text{ mm}^2$$

$I_{cc}$  -> Intensidad de cortocircuito

$\sqrt{t}$  -> Tiempo de cortocircuito

K -> Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC: sección ≤ 300 mm²	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm²	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U <sub>s</sub> 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Nuestra sección elegida anteriormente es de 150mm² que es mayor que 56,7mm² con lo cual es válida.

#### 2.2.4.4 CRITERIO DE CAÍDA DE Tensión

La sección escogida es de 150mm<sup>2</sup>, la resistencia y la reactancia de esta sección son:  
 $R=0,277 \Omega/\text{Km}$   $X= 0,11 \Omega/\text{K}$

TABLA VII  
 Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (105 °C)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Resistencia máxima en c.a. y a 105 °C en $\Omega/\text{km}$			
	Cables Unipolares		Cables Tripolares	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.446	-	2.484	-
16	1.540	2.533	1.566	2.574
25	0.972	1.602	0.991	1.633
35	0.702	1.157	0.715	1.176
50	0.519	0.847	0.528	0.087
70	0.359	0.591	0.365	0.601
95	0.259	<b>0.430</b>	0.264	0.434
120	0.206	0.340	0.209	0.343
<b>150</b>	0.168	<b>0.277</b>	0.170	0.281
185	0.134	0.221	0.137	0.224
240	0.104	<b>0.168</b>	0.105	0.173
300	0.083	0.136	-	-
400	0.066	<b>0.105</b>	-	-
500	0.054	0.089	-	-

Nota: La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada:  $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)$ . Donde L, en km, es la longitud de la línea. I, en A, es la intensidad de corriente a transportar. (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 34).

TABLA VIII  
 Reactancia la frecuencia de 50 Hz

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Reactancia X en Ω/km por fase Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
Tres cables unipolares en contacto mutuo							
10	0.135	-	-	-	-	-	-
16	0.126	-	-	-	-	-	-
25	0.118	0.125	0.134	0.141	-	-	-
35	0.113	0.118	0.128	0.135	0.140	-	-
50	0.108	0.113	0.122	0.128	0.130	0.140	0.148
70	0.101	0.106	0.115	0.120	0.122	0.130	0.137
95	0.099	0.102	0.110	0.115	0.118	0.121	0.129
120	0.095	0.098	0.106	0.111	0.112	0.118	0.123
150	0.093	0.096	0.102	0.108	0.110	0.115	0.118
185	0.089	0.093	0.100	0.104	0.106	0.110	0.113
240	0.088	0.090	0.097	0.101	0.102	0.106	0.109
300	0.086	0.088	0.093	0.097	0.099	0.103	0.105
400	0.085	0.086	0.091	0.095	0.096	0.100	0.102
500	0.084	0.084	0.089	0.092	0.093	0.096	0.099

La intensidad máxima admisible del cable:

TABLA IX bis

Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con HEPR (Eprotenax Compact) con armadura.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Conductores de Cu						
10	-	-	-	-	-	-
16	120	105	105	98	100	94
25	155	140	135	125	130	120
35	190	170	160	145	155	145
50	225	205	190	175	185	170
70	280	255	235	215	225	210
95	335	305	275	250	265	245
120	385	350	310	285	300	280
150	435	395	345	315	335	310
185	495	450	385	355	380	350
240	575	530	435	400	440	415
300	650	605	480	445	495	465
400	745	-	530	490	-	-
500	855	-	585	545	-	-
630	975	-	635	595	-	-
Conductores de Al						
16	90	80	80	76	78	72
25	115	110	100	95	100	90
35	140	130	125	115	120	110
50	170	160	150	135	140	130
70	210	195	180	165	170	160
95	255	235	215	195	205	190
120	295	270	245	220	230	215
150	330	305	270	250	260	240
185	380	345	305	280	290	270
240	445	405	350	325	335	315
300	505	470	390	360	385	360
400	585	-	440	405	-	-
500	675	-	490	460	-	-
630	775	-	545	510	-	-

SECCIÓN 150mm<sup>2</sup> I = 270 (A)

$$I_{\text{admisible}} = 270 \cdot 0,88 = 237,6 > I_T = 57.74 \text{ (A)}$$

$$R = 0,277 \, \Omega \text{ X} = 0,11 \, \Omega$$

Calculamos las intensidades y las impedancias de los distintos tramos del siguiente circuito:

TRAMO	LONGITUD(m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	POTENCIA(kVA)	SxL
CTR-CT1	163,13	163,13	400	65252
CT1-CT2	188	351,13	400	140452
CT2-CT3	167,8	518,93	400	207572
CT3-CT4	30,64	549,57	400	219828
CT4-CT5	112,84	662,41	400	264964
CT5-CT6	204,35	866,76	400	346704
CT6-CT7	113,78	980,54	400	392216
CT7-CT8	89,82	1070,36	400	428144
CT8-CT9	31,67	1102,03	400	440812
CT9-CT10	186,8	1288,83	400	515532
CT10-CT11	290,74	1579,57	400	631828
CT11-CT12	35,59	1615,16	400	646064
CT12-CTR	400,54	2015,7	400	806280

INTENSIDADES:

$$I_{ct1} = 11,547 \angle -25,84 = 10,386 - j5,03$$

$$I_{ct2} = 11,547 \angle -25,84 = 10,386 - j5,03$$

$$I_{ct3} = 11,547 \angle -25,84 = 10,386 - j5,03$$

$$I_{ct4} = 11,547 \angle -25,84 = 10,386 - j5,03$$

$$I_{ct5} = 11,547 \angle -25,84 = 10,386 - j5,03$$

$$I_{ct6} = 11,547 \angle -25,84 = 10,386 - j5,03$$

$$I_{ct7} = 11,547 \angle -25,84 = 10,386 - j5,03$$

$$I_{ct8} = 11,547 \angle -25,84 = 10,386 - j5,03$$

$$I_{ct9} = 11,547 \angle -25,84 = 10,386 - j5,03$$

$$I_{ct10} = 11,547 \angle -25,84 = 10,386 - j5,03$$

$$I_{ct11} = 11,547 \angle -25,84 = 10,386 - j5,03$$

$$I_{ct12} = 11,547 \angle -25,84 = 10,386 - j5,03$$

$$I_{ctR} = 11,547 \angle -25,84 = 10,386 - j5,03$$

$$Z_{R1} = L(Km) \cdot (R + jX) = 0,163 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,0451 + j0,0179\Omega$$

$$Z_{R2} = L(Km) \cdot (R + jX) = 0,351 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,0972 + j0,0386\Omega$$

$$Z_{R3} = L(Km) \cdot (R + jX) = 0,519 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,1438 + j0,0571\Omega$$

$$Z_{R4} = L(Km) \cdot (R + jX) = 0,550 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,1523 + j0,0605\Omega$$

$$Z_{R5} = L(Km) \cdot (R + jX) = 0,662 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,1834 + j0,0728\Omega$$

$$Z_{R6} = L(Km) \cdot (R + jX) = 0,867 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,2402 + j0,0954\Omega$$

$$Z_{R7} = L(Km) \cdot (R + jX) = 0,981 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,2717 + j0,1079\Omega$$

$$Z_{R8} = L(Km) \cdot (R + jX) = 1,070 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,2964 + j0,1177\Omega$$

$$Z_{R9} = L(Km) \cdot (R + jX) = 1,102 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,3052 + j0,1212\Omega$$

$$Z_{R10} = L(Km) \cdot (R + jX) = 1,289 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,3571 + j0,1418\Omega$$

$$Z_{R11} = L(Km) \cdot (R + jX) = 1,580 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,4377 + j0,1738\Omega$$

$$Z_{R12} = L(Km) \cdot (R + jX) = 1,615 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,4474 + j0,1777\Omega$$

$$Z_{RR} = L(Km) \cdot (R + jX) = 2,015 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,5582 + j0,2217\Omega$$

$$I_Y = \frac{\sum Z \cdot I_i}{\sum Z} =$$

$$= \frac{I \cdot (Z_{R-1} + Z_{R-2} + Z_{R-3} + Z_{R-4} + Z_{R-5} + Z_{R-6} + Z_{R-7} + Z_{R-8} + Z_{R-9} + Z_{R-10} + Z_{R-11} + Z_{R-12})}{Z_{R-R}} =$$

$$= \frac{(11,547\angle -25,84) \cdot (2,9775 + j1,1824)}{0,5582 + j0,2217} = 55,432 - j26,848 = 61,5917\angle -25,84$$

$$I_X = \sum i - I_Y = (150,111\angle -25,84) - (61,5917\angle -25,84) = 88,519\angle -25,84 \\ = 79,668 - j38,58$$

Una vez obtenidos estos datos debemos de suponer que todas las intensidades van en el mismo sentido para calcular el punto de mínima tensión:

$$I_Y = 61,5917\angle -25,84$$

$$I_{12-11} = I_Y - I_{12} = (61,5917\angle -25,84) - (11,54\angle -25,84) = 45,047 - j21,816$$



$$I_{11-10} = I_{12-11} - I_{11} = (45,047 - j21,816) - (11,54\angle - 25,84) = 34,661 - j16,786$$

$$I_{10-9} = I_{11-10} - I_{10} = (34,661 - j16,786) - (11,54\angle - 25,84) = 24,275 - j11,756$$

$$I_{9-8} = I_{10-9} - I_9 = (24,275 - j11,756) - (11,54\angle - 25,84) = 13,888 - j6,726$$

$$I_{8-7} = I_{9-8} - I_8 = (13,888 - j6,726) - (11,54\angle - 25,84) = 3,502 - j1,696$$

$$I_{7-6} = I_{8-7} - I_7 = (3,502 - j1,696) - (11,54\angle - 25,84) = -6,884 + j3,333$$

Al cambiar los dos signos con respecto de la intensidad principal ( $I_Y$ ) sabemos que el punto de mínima tensión es el punto 7.

El circuito lo tenemos que separar en dos ramas. Calculamos la caída de tensión de una rama ya que la de la otra será idéntica:

$$I_Y = 78,13\angle - 25,84$$

$$I_{7''} = I_{9-8} - I_8 = (13,888 - j6,726) - (11,54\angle - 25,84) = 3,502 - j1,696$$

$$Z_{R-12} = L(Km) \cdot (R + jX) = 0,4 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,1108 + j0,044\Omega$$

$$Z_{12-11} = L(Km) \cdot (R + jX) = 0,035 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,0097 + j0,0038\Omega$$

$$Z_{11-10} = L(Km) \cdot (R + jX) = 0,29 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,08033 + j0,0319\Omega$$

$$Z_{10-9} = L(Km) \cdot (R + jX) = 0,187 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,0518 + j0,0206\Omega$$

$$Z_{9-8} = L(Km) \cdot (R + jX) = 0,031 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,00858 + j0,00341\Omega$$

$$Z_{8-7''} = L(Km) \cdot (R + jX) = 0,089 \cdot (0,277 + j0,11) = 0,0246 + j0,00979\Omega$$

La caída de tensión viene expresada por:

$$\Delta U_{0-7''} = \sqrt{3} \cdot [(I_{8-7''} \cdot Z_{8-7''}) + (I_{9-8} \cdot Z_{9-8}) + (I_{10-9} \cdot Z_{10-9}) + (I_{11-10} \cdot Z_{11-10}) + (I_{12-11} \cdot Z_{12-11}) + (I_Y \cdot Z_{R-12})]$$

$$\begin{aligned}\Delta U_{0-12''} = \sqrt{3} \cdot [ & ((3,502 - j1,696) \cdot (0,0246 + j0,00979)) \\ & + ((13,888 - j6,726) \cdot (0,00858 + j0,00341\Omega)) \\ & + ((24,275 - j11,756) \cdot (0,0518 + j0,0206)) \\ & + ((34,661 - j16,786) \cdot (0,08033 + j0,0319)) \\ & + ((45,047 - j21,816) \cdot (0,0097 + j0,0038\Omega)) \\ & + ((61,5917\angle - 25,84) \cdot (0,1108 + j0,044))] =\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta U_{0-12''} = \sqrt{3}[ & (0,1027 - j0,00744) + (0,1421 - j0,01035) + (1,4996 - j0,1089) \\ & + (3,3197 - j0,2427) + (0,5198 - j0,0404) + (7,3232 - j0,5354)] \\ = & 22,355 - j1,637 = 22,416\angle - 4,188\end{aligned}$$

En tanto por ciento nos queda:

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U_{0-12''}}{U - \Delta U_{0-12''}} \cdot 100 = \frac{22,416\angle - 4,188}{20 \cdot 10^3 - (22,416\angle - 4,188)} \cdot 100 = 0,1122\% < 5\%$$

Al ser menor que el 5% la sección de 150mm<sup>2</sup> es válida.

## 2.2.5 CALCULO TRANSFORMADOR MINIBLOK

### 2.2.5.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

P potencia del transformador [kVA]

U<sub>p</sub> tensión primaria [kV]

I<sub>p</sub> intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA.

$$I_p = 11,547 \text{ A}$$

### 2.2.5.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

P potencia del transformador [kVA]

Us tensión en el secundario [kV]

Is intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor Is = 549,9 A.

### 2.2.5.3 CORTOCIRCUITOS

#### 2.2.5.3.1 OBSERVACIONES

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

#### 2.2.2.5.3.2 CALCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

Scc potencia de cortocircuito de la red [MVA]

Up tensión de servicio [kV]

Iccp corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

donde:

P potencia de transformador [kVA]

Ecc tensión de cortocircuito del transformador [%]

Us tensión en el secundario [V]

Iccs corriente de cortocircuito [kA]

#### 2.2.5.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

Utilizando la expresión anterior en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es: Iccp = 10,1 kA

#### **2.2.5.3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN**

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío. La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será  $I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$ .

#### **2.2.5.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO**

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

##### **2.2.5.4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

##### **2.2.5.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada anteriormente. Por lo que:

$$I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

##### **2.2.5.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la armadura por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA}.$$

##### **2.2.5.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS**

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.

- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

**Termómetro**

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente.

#### **2.2.5.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT**

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

**Transformador 1**

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

#### **2.2.5.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

**Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.**

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

#### **2.2.4.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS**

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

#### **2.2.5.9 CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA**

##### **2.2.5.9.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO**

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada

investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 350 Ohm-m.

#### **2.2.5.9.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO**

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}}$$

Donde:

Un Tensión de servicio [kV]

Rn Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

Xn Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

Idmax cal. Intensidad máxima calculada [A]

La Idmax en este caso será:

Idmax cal. = 461,88 A

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

Idmax = 400 A

#### **2.2.5.9.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del

Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

#### 2.2.5.9.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro  $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro  $X_n = 25 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra  $R_o = 350 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{BT}$$

Donde:

$I_d$  intensidad de falta a tierra [A]

$R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$V_{bt}$  tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_{d \text{ max cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n \cdot R_t)^2 + X_n^2}}$$

Donde:

$U_n$  tensión de servicio [V]

$R_n$  resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$X_n$  reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$I_d$  intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 230,94 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 43,3 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_0}$$

Donde:

$R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$R_0$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$K_r$  coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

·  $K_r \leq 0,1237$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

· Configuración seleccionada: 50-25/5/42

- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 5.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia  $K_r = 0,097$
- De la tensión de paso  $K_p = 0,0221$
- De la tensión de contacto  $K_c = 0,0483$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0$$

Donde:

$K_r$  coeficiente del electrodo

$R_0$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$R'_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Por lo que para el Centro de Transformación:

·  $R'_t = 33,95 \text{ Ohm}$



y la intensidad de defecto real:

$$\cdot I_d' = 273,87 \text{ A}$$

#### 2.2.5.9.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V_d' = R_t' \cdot I_d'$$

Donde:

$R_t'$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$I_d'$  intensidad de defecto [A]

$V_d'$  tensión de defecto [V]

Por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V_d' = 9298,05 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V_c' = K_c \cdot R_0 \cdot I_d'$$

Donde:

$K_c$  coeficiente

$R_0$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I_d'$  intensidad de defecto [A]

$V_c'$  tensión de paso en el acceso [V]

Por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$\cdot V_c' = 4629,85 \text{ V}$$

#### 2.2.5.9.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p' = K_p \cdot R_0 \cdot I_d'$$

Donde:

$K_p$  coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]  
Id' intensidad de defecto [A]  
Vp' tensión de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso:

· Vp' = 2118,42 V en el Centro de Transformación

#### 2.2.5.9.7 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

· t = 0,7 seg  
· K = 72  
· n = 1

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_0}{1000}\right)$$

Donde:

K coeficiente  
t tiempo total de duración de la falta [s]  
n coeficiente  
Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]  
Vp tensión admisible de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso:

· Vp = 3188,57 V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_0 + 3 \cdot R'_0}{1000}\right)$$

Donde:

K coeficiente  
t tiempo total de duración de la falta [s]  
n coeficiente  
Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]  
Ro' resistividad del hormigón en [Ohm·m]  
Vp(acc) tensión admisible de paso en el acceso [V]

Por lo que, para este caso

$$\cdot V_p(\text{acc}) = 11365,71 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V_p' = 2118,42 \text{ V} < V_p = 3188,57 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V_p'(\text{acc}) = 4629,85 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 11365,71 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V_d' = 9298,05 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 50 \text{ A} < I_d = 273,87 \text{ A} < I_{dm} = 400 \text{ A}$$

#### 2.2.5.9.8 INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V. En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_0 \cdot I_d'}{2000 \cdot \pi}$$

Donde:

$R_0$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I_d'$  intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$\cdot D = 15,26 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/42 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: cuatro

- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,104$
- $K_c = 0,0184$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,104 \cdot 350 = 36,4 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

#### 2.2.5.9.9 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al

Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " $K_r$ " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

#### 2.2.6. CALCULO TRANSFORMADOR DE REPARTO PFU-5/20

##### 2.2.6.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

P potencia del transformador [kVA]

$U_p$  tensión primaria [kV]

$I_p$  intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA.

$$\cdot I_p = 11,5 \text{ A}$$

##### 2.2.6.2 Intensidad de Baja Tensión.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

P potencia del transformador [kVA]

Us tensión en el secundario [kV]

Is intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

· Is = 549,9 A.

### **2.2.6.3 CORTOCIRCUITOS.**

#### **2.2.6.3.1 OBSERVACIONES**

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

#### **2.2.6.3.2 CALCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO**

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

Scc potencia de cortocircuito de la red [MVA]

Up tensión de servicio [kV]

Iccp corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

Donde:

P potencia de transformador [kVA]

Ecc tensión de cortocircuito del transformador [%]

Us tensión en el secundario [V]

Iccs corriente de cortocircuito [kA]

### **2.2.6.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN**

Utilizando la expresión anterior en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:  $I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$

### **2.2.6.3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN**

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será:

$$\cdot I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

### **2.2.6.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO**

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

#### **2.2.6.4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

#### **2.2.6.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada anteriormente. Por lo que:

$$\cdot I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

#### **2.2.6.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$\cdot I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

### **2.2.6.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS**

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

#### Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.

- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.

- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

#### Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

#### - Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente.

### 2.2.6.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

#### Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

### 2.2.6.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

**Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.**

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

### 2.2.6.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

## **2.2.6.9 CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA**

### **2.2.6.9.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO**

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 350 Ohm·m.

### **2.2.6.9.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO**

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}}$$

Donde:

$U_n$  Tensión de servicio [kV]

$R_n$  Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$X_n$  Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$I_{d \max \text{ cal.}}$  Intensidad máxima calculada [A]

La  $I_{d \max}$  en este caso será:



$I_{d \text{ max cal. }} = 461,88 \text{ A}$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$I_{d \text{ max }} = 400 \text{ A}$

### 2.2.6.9.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

### 2.2.6.9.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro  $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro  $X_n = 25 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra  $R_o = 350 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{BT}$$

Donde:

$I_d$  intensidad de falta a tierra [A]

$R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$V_{bt}$  tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_{d \text{ max cal. }} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n \cdot R_t)^2 + X_n^2}}$$

Donde:

$U_n$  tensión de servicio [V]

$R_n$  resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$X_n$  reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$I_d$  intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 230,94 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$\cdot R_t = 43,3 \text{ Ohm}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_0}$$

Donde:

$R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$R_0$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$K_r$  coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$\cdot K_r \leq 0,1237$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

· Configuración seleccionada: 50-25/5/42

- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 5.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia  $K_r = 0,097$
- De la tensión de paso  $K_p = 0,0221$
- De la tensión de contacto  $K_c = 0,0483$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0$$

Donde:

Kr coeficiente del electrodo

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

R't resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Por lo que para el Centro de Transformación:

$$\cdot R't = 33,95 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real:

$$\cdot I'd = 273,87 \text{ A}$$

#### 2.2.6.9.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

Donde:

R't resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I'd intensidad de defecto [A]

V'd tensión de defecto [V]

Por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'd = 9298,05 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_0 \cdot I'_d$$

Donde:

Kc coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'd intensidad de defecto [A]

V'c tensión de paso en el acceso [V]

Por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'c = 4629,85 \text{ V}$$

#### 2.2.6.9.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_0 \cdot I'_d$$

Donde:

Kp coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'd intensidad de defecto [A]

V'p tensión de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso:

· V'p = 2118,42 V en el Centro de Transformación

#### 2.2.6.9.7 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

· t = 0,7 seg

· K = 72

· n = 1

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_0}{1000}\right)$$

Donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

Vp tensión admisible de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso:

· Vp = 3188,57 V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_0 + 3 \cdot R'_0}{1000}\right)$$

Donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

R<sub>o</sub> resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'<sub>o</sub> resistividad del hormigón en [Ohm·m]

V<sub>p(acc)</sub> tensión admisible de paso en el acceso [V]

Por lo que, para este caso

$$\cdot V_p(\text{acc}) = 11365,71 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 2118,42 \text{ V} < V_p = 3188,57 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'_p(\text{acc}) = 4629,85 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 11365,71 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'_d = 9298,05 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 50 \text{ A} < I_d = 273,87 \text{ A} < I_{dm} = 400 \text{ A}$$

#### 2.2.6.9.8 INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V. En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi}$$

Donde:

R<sub>o</sub> resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'<sub>d</sub> intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$\cdot D = 15,26 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/42 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: cuatro
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,104$
- $K_c = 0,0184$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,104 \cdot 350 = 36,4 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

#### **2.2.6.9.9 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL**

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al

Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " $K_r$ " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

# PLIEGO DE CONDICIONES

## 3.1 CONDICIONES GENERALES

### 3.1.1 ALCANCE

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica de la red de Media y Baja Tensión, además de la instalación de los Centros de Transformación.

El alcance del trabajo del contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición de la instalación del trabajo.

### 3.1.2 REGLAMENTOS Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal.

Se adaptarán además a las condiciones particulares impuestas por la empresa distribuidora de energía eléctrica.

### 3.1.3 REGLAMENTOS Y NORMAS

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según el orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

## 3.1.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

### 3.1.4.1 COMIENZO

El Contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de su firma.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

#### **3.1.4.2 EJECUCIÓN**

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo anterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

#### **3.1.4.3 LIBRO DE ÓRDENES**

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Órdenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

#### **3.1.5 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO**

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El Contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aun cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El Contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos.

De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

#### **3.1.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS**



El Contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

### **3.1.7 MODIFICACIONES**

El Contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del Proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo a los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato.

El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

### **3.1.8 OBRA DEFECTUOSA**

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

### **3.1.9 MEDIOS AUXILIARES**

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisos para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección de sus operarios.

### **3.1.10 CONSERVACIÓN DE OBRAS**

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

### **3.1.11 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS**

#### **3.1.11.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL**

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder la recepción provisional.

#### **3.1.11.2 PLAZO DE GARANTÍA**

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien en el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha.

Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

#### **3.1.11.3 RECEPCIÓN DEFINITIVA**

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional.

A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras, si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

#### **3.1.12 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS**

##### **3. 1.12.1 MODO DE CONTRATACIÓN**

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso o subasta.

##### **3.1.12.2 PRESENTACIÓN**

Las empresas seleccionadas para dicho concurso deberán presentar sus proyectos en sobre lacrado, antes del 4 de Junio del 2012 en el domicilio del propietario.

##### **3.1.12.3 SELECCIÓN**

La empresa escogida será anunciada la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega. Dicha empresa será escogida de mutuo acuerdo con el propietario y el director de la obra, sin posible reclamación por parte de las otras empresas concursantes.

##### **3.1.13 FIANZA**

En el contrato se establecerá la fianza que el Contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

### **3.1.14 CONDICIONES ECONÓMICAS**

#### **3.1.14.2 PRECIOS**

El Contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles. En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

#### **3.1.14.3. REVISIÓN DE PRECIOS**

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

#### **3.1.14.4 PENALIZACIONES**

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

#### **3.1.14.5 CONTRATO**

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el Contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

#### **3.1.14.6 RESPONSABILIDADES**

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Proyecto y el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligada la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El Contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

#### **3.1.14.7 RESCISIÓN DEL CONTRATO**

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Primera: muerte o incapacidad del Contratista.
- Segunda: la quiebra del Contratista.
- Tercera: modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- Cuarta: modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- Quinta: la no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- Sexta: la suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- Séptima: incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique mala fe.
- Octava: terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Novena: actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Décima: destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

#### **3.1.14.8 LIQUIDACIÓN**

Siempre que se rescinda el contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

#### **3.1.15 CONDICIONES FACULTATIVAS**

##### **3.1.15.1 NORMAS A SEGUIR**

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del comité electrotécnico internacional (CEI).
- Plan nacional y ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
- Normas de la compañía suministradora (IBERDROLA).

Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.

### **3.1.15.2 PERSONAL**

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales será de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligada separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

## **3.2 PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE BAJA TENSIÓN**

### **3.2.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN**

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

#### **3.2.1.1 CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES**

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos XZ1(S), de las características siguientes:

**Cable tipo XZ1(S):**

- Conductor..... Aluminio
- Secciones..... 50 - 95 - 150 y 240 mm<sup>2</sup>
- Tensión asignada.....0,6/1 kV
- Aislamiento..... Mezcla de polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta.....Poliolefina Ignifugada

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

La utilización de las diferentes secciones será la siguiente:

- Las secciones de 150 mm<sup>2</sup> y 240 mm<sup>2</sup> se utilizaran en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.

- La sección de 95 mm<sup>2</sup>, se utilizara como neutro de la sección de 150 mm<sup>2</sup> línea de derivación de la red general y acometidas.

- La sección de 50 mm<sup>2</sup>, solo se utilizará como neutro de la sección de 95 mm<sup>2</sup> y acometidas individuales.

Los tipos normalizados y las características esenciales son los que figuran en la tabla que sigue a continuación:

Tipo constructivo	Tensión nominal (kV)	Sección mm <sup>2</sup>	Nº mínimo alambres	Suministro Long 2% (m)	Tipo bobina UNE 21 167-1	Código
RV	0,6 / 1	1 · 50	6	1600	10	5631225
		1 · 95	15	950	10	5631235
		1 · 150	15	1100	12	5631245
		1 · 240	30	750	12	5631255

La constitución del cable será la siguiente:

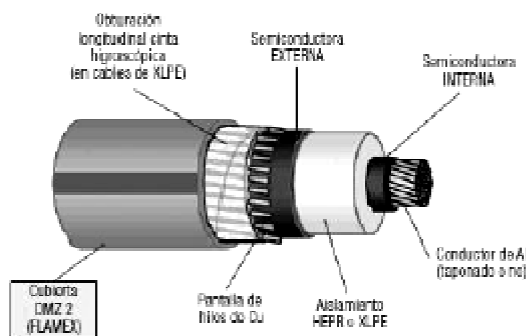
Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Designación completa.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada (cuando la tenga).

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

***Tendido de los cables:***

Para el tendido la bobina estará siempre elevada, sujeta por barras y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.



El desenrollado del conductor se realizará de forma que éste salga por la parte superior de la bobina.

El fondo de la zanja deberá estar cubierto en toda su longitud con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, antes de proceder al tendido de los cables.

Los cables deben de ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo en cuenta siempre que el radio de curvatura en el tendido de los mismos, aunque sea accidentalmente, no debe ser inferior a 20 veces su diámetro.

Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y los medios de comunicación adecuados.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe exceder de 3 kg/mm<sup>2</sup>. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispuestos sobre el fondo de la zanja, para evitar el rozamiento del cable con el terreno.

Durante el tendido, se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras.

En las curvas, se tomarán las medidas oportunas para evitar rozamientos laterales de cable. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles, deberá hacerse siempre a mano. Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja y siempre sobre rodillos.

No se dejarán nunca los cables tendidos en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlos con la capa de arena fina y la protección de la placa.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizadas para impedir los efectos de la humedad, no dejándose los extremos de los cables en la zanja sin haber asegurado antes la buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 50 cm.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería a dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación.

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, evitando la dispersión de los mismos por efecto de las corrientes de cortocircuito o dilataciones.

Antes de pasar el cable por una canalización entubada, se limpiará la misma para evitar que queden salientes que puedan dañarlos.

En las entradas de los tubulares se evitará que el cable roce el borde de los mismos.



Para los cruces de calles y carreteras:

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Protección mecánica y de sobreintensidad:

Protección mecánica:

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas en eventuales trabajos de excavación.

Para señalar la existencia de las mismas y protegerlas, a la vez, se colocará encima de la capa de arena, una placa de protección y/o tubo.

La anchura se incrementará hasta cubrir todas las cuaternas en caso de haber más de una.

Protección de sobreintensidad:

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indica en el siguiente cuadro la intensidad nominal del mismo:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en el siguiente cuadro en metros.

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

(1) Calculadas con una impedancia a 90°C del conductor de fase y neutro.

NOTA: Estas longitudes se consideran partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.

**Señalización:**

Todo conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, de acuerdo con la RU 0205, colocada a 40 cm aproximadamente, por encima de la placa de protección.

Cuando en la misma zanja existan líneas de tensión diferente (Baja y Media Tensión), en diferentes planos verticales, debe colocarse dicha cinta encima de la conducción superior.

**Empalmes y terminales:**

Para la confección de empalmes y terminales se seguirán los procedimientos establecidos por el fabricante y homologados por las empresas.

El técnico supervisor conocerá y dispondrá de la documentación necesaria para evaluar la confección del empalme o terminación.

En concreto se revisarán las dimensiones del pelado de cubierta, utilización de manguitos o terminales adecuados y su engaste con el utillaje necesario, limpieza y reconstrucción del aislamiento. Los empalmes se identificarán con el nombre del operario y sólo se utilizarán los materiales homologados.

La reconstrucción del aislamiento deberá efectuarse con las manos bien limpias, depositando los materiales que componen el empalme sobre una lona limpia y seca. El montaje deberá efectuarse ininterrumpidamente.

Los empalmes unipolares se efectuarán escalonados, por lo tanto deberán cortarse los cables con distancias a partir de sus extremos de 50 mm, aproximadamente.

En el supuesto que el empalme requiera una protección mecánica, se efectuará el procedimiento de confección adecuado, utilizando además la caja de poliéster indicada para cada caso.

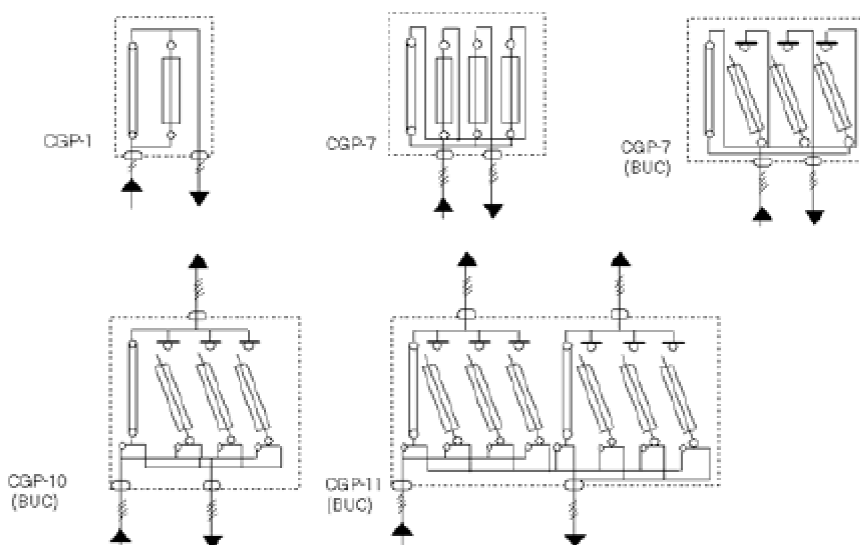
Más instrucciones y catálogo del conductor en el **Anexo 1 “Cable subterráneo de Baja Tensión”**.

**Cajas Generales de Protección (CGP):**

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Las cajas generales de protección se colocarán empotradas en las fachadas de los edificios.

Se utilizarán las correspondientes al siguiente esquema eléctrico.



En la siguiente tabla se indican las CGP normalizadas, número y tamaño de los cortacircuitos fusibles que usa Iberdrola en sus instalaciones.

Designación	Cortacircuitos fusibles			Utilización	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Número	Tamaño	I máx.		
CGP-1-100	1	22x58	80*	Ext.	7650003
CGP-7-100	3	22x58	80*	Ext.	7650007
CGP-7-160	3	0	160	Ext.	7650008
CGP-7-250/BUC**	3	1 (BUC)	250	Ext.ó Int.	7650010
CGP-7-400/BUC**	3	2 (BUC)	400	Ext.ó Int.	7650
CGP-10-250/BUC**	3	1 (BUC)	250	Int.	7650018
CGP-11-250/250/BUC**	03-mar	1 (BUC)	250	Int.	7650019

Las características técnicas de las CGP son:

- Envolvente de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente.
- Tres bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión.
- Neutro amovible con pletina de conexión para terminales.
- Las conexiones eléctricas se efectúan con tornillería de acero inoxidable.
- Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetálicos hasta 240 mm<sup>2</sup>.
- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 10/BUC.  
Ni 76.50.04 Cajas de Seccionamiento con bases fusibles, tipo cuchillas, con dispositivo extintor de arco, para redes subterráneas de Baja Tensión.

Designación	Intensidad		Tensi ón	Fusibles			Código
	Asignad a	De pas o		Base		Cartuch o	
				Número	Tamañ o		
CS 250/400 E	250			3	1	250	765014 0
CS 400/400 E	400			3	2	400	765014 1
CS 250/400 EM	250	400	440	3	1	250	765014 2
CS 400/400 EM	400			3	2	400	765014 3
CS 250/400 S	250			3	1	250	765014 4
CS 400/400 S	400			3	2	400	765014 5
Tejadillo para caja CS							765014 6

#### *Cajas Generales de Protección y medida (CGPM):*

Las cajas generales de protección y medida son aquellas que en un solo elemento incluyen la caja general de protección y el elemento de medida.  
Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

En la siguiente tabla se muestran todos los tipos de CPM que utiliza Iberdrola en sus instalaciones.

Las características técnicas de las CPM son:

- Envoltente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035, resistente al calor anormal o fuego, según UNE EN 60 695-2-1/0.
  - Grado de protección IP43 en envoltentes empotrables e IP55 en envoltentes de intemperie, según UNE 20 324.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 en envoltentes empotrables e IK10 en envoltentes de intemperie, según UNE EN 50 102.
- Clase térmica A, según UNE 21 305.
- Gran resistencia a la corrosión y a los rayos ultravioletas.
- Autoventilación por convección natural sin reducir el grado de protección indicado.
- Ventanillas para lectura de los aparatos de medida opcionales, en policarbonato transparente estabilizado contra la acción de los rayos ultravioleta (U.V.).

- Puerta con bisagras, de apertura superior a 100°.
- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.
- Panel de poliéster troquelado para fijación de equipos de medida.
- Tornillería de fijación de latón, imperdible y desplazable por el ranurado del panel.

Armarios de distribución:

Su utilización será para ir en conjunto con las cajas generales de protección y medida, ya que estas no admiten la sección del cable proyectado en los anillos.

Serán las de tipo Maxinter CS-250/400-E.

Las características técnicas son:

- Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER.
- Grado de protección IP 43 UNE 20 234 e IK09 UNE EN 50 102.
- Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1 o tamaño 2, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
- Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.

### **3.2.1.2 ACCESORIOS**

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

### **3.2.1.3 MEDIDAS ELÉCTRICAS**

Una vez terminadas las obras, se realizarán las medidas eléctricas correspondientes de: puesta a tierra del neutro de la instalación para comprobar su buen funcionamiento y corregirlo en caso contrario; también se comprobará la continuidad de los conductores para localizar posibles fallos que se hayan producido en su tendido; y por último se medirán las tensiones entre fases, y entre fases y neutro al inicio y al final de la instalación para comprobar que estas se encuentran dentro de los límites impuestos.

### **3.2.1.4 OBRA CIVIL**

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera y cruce de calles) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en

el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

### **3.2.1.5 ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO**

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables de BT se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 0,70 m, en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,60 m.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositarán los cables a instalar.

Por encima del cable se colocará otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01.

Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,25 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización, como advertencia de la presencia de cables eléctricos, Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm  $\varnothing$  que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de BT. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Y por último se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm Ø, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm Ø, destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H-200 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

### **3.2.2 NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, garajes, etc..., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc.), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

### **3.2.3 REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA**



Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional. Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre las fases, y entre fases y tierra. En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el rellenado y compactado.

Antes de poner el aparellaje bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fases y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.

Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite. Se dispondrá en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.

El Contratista preparará curvas de coordinación de relés y calibrado de éstos para todos los sistemas de protección previstos.

Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

Todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

### **3.2.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**

Para el uso de las instalaciones, primero éstas habrán tenido que pasar sus respectivas revisiones y pruebas para comprobar su correcto funcionamiento; el mantenimiento de las mismas será realizado por la empresa suministradora de energía ateniéndose a toda la reglamentación respectiva al tipo de instalación proyectada; la seguridad para las personas encargadas de la ejecución y mantenimiento de las instalaciones será la emitida en los siguientes documentos:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

- R.D. 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### **3.2.5.- REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS PERIÓDICAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE INSTALADORES, DE MANTENEDORES Y / U ORGANISMOS DE CONTROL:**

Generalmente, asumimos que la instalación eléctrica es un tipo de instalación que una vez realizada y puesta en funcionamiento, no precisa más cuidados que un mantenimiento sustitutivo de los elementos fungibles (fusibles, lámparas, relés, etc.).

Las instalaciones eléctricas y, especialmente, los elementos de protección contra contactos eléctricos, requieren de un proceso de revisión periódica que permita conocer el estado de los equipos y subsanar las faltas, averías o fallos en los mismos.

## **3.3. LINEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN**

### **3.3.1 MATERIALES**

Todos los materiales serán de los tipos normalmente aceptados por IBERDROLA DISTRIBUCIÓN. Los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero A-42b.

Estarán galvanizados por inmersión en caliente con recubrimiento de zinc de 0,61 K/m<sup>2</sup> como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO<sub>4</sub>Cu al 20% de una densidad de 1,18 a 18º C, sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

### **3.3.2 CONDUCTORES**

El conductor a emplear será de Aluminio-Acero, según recomendación UNESA 23401, del tipo LA 56 y de las siguientes características:

- Composición: Al-Ac (1 + 6 alambres)
- Sección de Aluminio: 46,80 mm<sup>2</sup>.
- Sección de Acero: 7,79 mm<sup>2</sup>.
- Sección total: 54,60 mm<sup>2</sup>
- Diámetro aparente: 9,45 mm.
- Peso: 0,189 Kg/m.

- Carga de rotura: 1.666 Kg.
- Coeficiente de dilatación:  $19,1 \times 10^{-6}$  por  $^{\circ}\text{C}$
- Módulo de elasticidad:  $8.100 \text{ Kg/mm}^2$
- Resistencia eléctrica a  $20^{\circ}\text{C}$ :  $0,614 \text{ ohm/Km}$
- Densidad de corriente máxima:  $3,70 \text{ A/mm}^2$

Deberán cumplir la norma UNE 21.016. Estos conductores estarán engrasados, tanto interior como exteriormente, con una grasa neutra respecto al aluminio y al zinc, químicamente pura. Su punto de goteo en ningún caso será inferior a  $65^{\circ}$ .

### **3.3.3 CRUCETAS**

Las crucetas a utilizar serán metálicas galvanizadas por inmersión en caliente, de acuerdo con lo especificado en el apartado 1.1.4. Estarán construidas en talleres específicos con garantía reconocida. Las disposiciones apoyo-crucetas y los tipos que se utilizan quedan reflejadas en el plano de perfil y planos de detalle.

### **3.3.4 AISLAMIENTO Y HERRAJES**

El nivel de aislamiento mínimo utilizado será el correspondiente para la tensión más elevada de 24 kV y de acuerdo con el art. 24 del Reglamento de L.A.A.T.

Las características del elemento aislador serán las siguientes:

#### **Apoyos de alineación.**

Cadena de suspensión CS 2-2x70-5,5 de dos aisladores de vidrio U 70 BS de carga de rotura 4.000 daN, tensión soportada bajo lluvia a 50 Hz. durante un minuto 57 kV, tensión bajo onda de choque 1,2/50 ms. 140 kV, línea de fuga 370 mm.

#### **Apoyos de anclaje, ángulo, amarre y fin de línea.**

El aislamiento estará formado por cadenas horizontales de amarre, tipo CAT 2-2x70-5,5 de dos aisladores de vidrio U 70 BS de carga de rotura 5.500 daN, tensión soportada bajo lluvia a 50 Hz. durante un minuto 80 kV, tensión bajo onda de choque 1,2/50 ms. 200 kV, línea de fuga 560 mm.

Los herrajes y componentes de cada tipo de aislamiento cumplen con los art. 10 y 28 del vigente Reglamento de L.A.A.T., y quedan detallados sus componentes en los planos detalle de aisladores y cadenas aisladores.

En los apoyos de cruce de carreteras, ferrocarriles, etc., el aislamiento se dispondrá de la forma indicada en los artículos 32 y 33 del vigente Reglamento de L.A.A.T.

### **3.3.5 EMPALMES, CONEXIONES Y RETENCIONES**

Los empalmes serán de tipo 79-AEF-116,2. Las conexiones de derivación utilizarán el tipo AMP 600466 azul.

### **3.3.6 APARELLAJE DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN**

De acuerdo con la NHE 1400/0201/1, en los apoyos números 1,5 y 9 de la derivación se instalarán unos seccionadores unipolares, de características de aislamiento 24kV y 400A de intensidad nominal, de marca y tipo aceptados por Iberdrola Distribución, S.A.U., cuyas características principales serán como las siguientes:

- Tensión nominal (aislamiento pleno) 24 kV.
- Intensidad nominal. 400 A.
- Línea de fuga. 430 mm.

### **3.3.7 PUESTAS A TIERRA**

Las puestas a tierra se realizarán teniendo presente lo que al respecto se especifica en los artículos 12.6 y 26 del Reglamento de L.A.A.T.

Todos los apoyos metálicos de la línea estarán dotados de una "Tierra mínima", compuesta por los materiales siguientes:

1. Un flagelo de 3 m. de cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup> sujeto en un extremo a la base del apoyo mediante una grapa terminal para Cu y por el otro a un electrodo de barra cobreada de 16 mm  $\phi$  y 2 m. de longitud.
2. Un segundo flagelo de iguales características al anterior que atravesando la cimentación del apoyo protegido por un tubo, conecte en un extremo al punto de toma de tierra del montante del apoyo mediante una grapa y por el otro extremo salga del macizo de la cimentación para posibles ampliaciones de electrodos.

En el caso de que con esta "tierra mínima" no se consiguiese una resistencia inferior a 100 Ohmios, se le conectará a la parte de tierra descrita en el párrafo (2.), los flagelos y picas que sean necesarios hasta conseguir el anterior valor.

Para los apoyos situados en zonas frecuentadas, la resistencia no será superior a 20 Ohmios y para los ubicados en zonas de pública concurrencia o que soporten aparatos de maniobra, aparte de cumplirse lo anterior se instalará una toma de tierra en anillo cerrado con cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup>, todo ello de acuerdo con los planos y especificaciones que se detallan: se abrirá una zanja de 60 cm. mínimo de profundidad, cuya disposición, excepto en los casos de "anillo dominador de potencial", será radial a partir de la base del apoyo e instalándose en ella al menos dos flagelos. En la misma zanja y separados una distancia aproximadamente equivalente a vez y media su longitud, se hincarán electrodos de barra, siempre que sea posible y tan profundamente como se pueda, utilizando manguitos de empalme y mazas o medios mecánicos para ello.

Los flagelos se tenderán de forma zigzagante en el fondo de la zanja de modo que la longitud del flagelo sea, por lo menos, el doble de la de la zanja.

Cada electrodo de barra se conectará al flagelo con las grapas correspondientes y quedará siempre enterrado a más de 50 cm. bajo el nivel del terreno.

Los conductores de conexión a tierra cumplirán lo dispuesto en el apartado 6 del art. 12 del R.L.A.T.

Los conductores de la línea de enlace con tierra serán todos de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

En los apoyos que soporten aparatos de maniobra se construirá además la "plataforma del operador", consistente en una placa de hormigón de 70 x 70 x 7 cm, armado con un emparrillado de aproximadamente 20 x 20 cm, y hierro de 0,4 mm., como mínimo, unido a la toma de tierra del anillo dominador de potencial.

### **3.3.8 APOYOS**

Los apoyos serán metálicos y tendrán una altura tal que en ningún caso el conductor quede a menos de 6 m. sobre el terreno, de acuerdo con el Art. 25 del Reglamento vigente. Para su comprobación puede consultarse el plano de perfil, en el cual se ha trazado la catenaria correspondiente al conductor inferior en las condiciones de flecha máxima correspondiente a zona B, por donde discurre la línea.

Los apoyos de cruzamiento, tendrán la altura requerida en cada caso para cumplir las normas particulares específicas del cruce y los artículos 32 y 33 del vigente Reglamento de L.A.A.T. Todos los apoyos deberán llevar placa de señalización de peligro eléctrico, situada a una altura visible y legible desde el suelo, pero sin acceso directo desde el mismo, con una distancia mínima de 2 m.

También se numerarán los apoyos con pintura negra ajustándose dicha numeración a la dada en el proyecto. Las cifras serán legibles desde el suelo.

Los apoyos metálicos serán de estructuras soldadas y atornilladas, estarán galvanizadas por inmersión en caliente y dispondrán de la resistencia adecuada al esfuerzo que hayan de soportar cumpliendo con la Recomendación UNESA 6704.

Los apoyos se ajustarán al documento Planos, en los que se determinan las calidades de los aceros de los diferentes elementos y estarán contruidos en talleres específicos con garantía reconocida. Serán de los tipos aceptados por la empresa suministradora.

#### **3.3.8.1 TRANSPORTE Y ACOPIO DE LOS APOYOS**

Tanto la descarga de los apoyos como su transporte a pie de obra se realizarán con sumo cuidado, ya que un golpe en los mismos puede producir desperfectos, dobladuras o roturas de los perfiles que los componen, dificultando el armado posterior y disminuyendo su resistencia, por lo que los apoyos no serán arrastrados ni golpeados.

La contrata descargará los materiales metálicos con cuidado de no torcer los angulares al trasladarlos a su destino. Las diagonales y arriostramientos, por tratarse de hierros cortos, deben ir numerados y cosidos con alambre.

Por ninguna razón se utilizarán como palanca o arriostramiento los perfiles que componen el apoyo.

Para el acopio de piezas pequeñas se utilizarán cajones para evitar que se pierdan a causa de su número o tamaño.

En lo que respecta a los apoyos de hormigón, su acopio se efectuará a hombros o carros especiales, evitando cualquier tipo de desconches.

### **3.3.8.2 ARMADO E IZADO DE APOYOS**

El izado de los postes metálicos comprende:

- 1º.- Armado de los apoyos y crucetas.
- 2º.- Izado de los mismos y colocación del aislamiento.
- 3º.- Colocación de la toma de tierra mínima.

Los aisladores se sujetarán a sus soportes, cuando sea necesario, utilizando materiales adecuados tales como el porcelanit.

Los tornillos de las torres se apretarán siempre con llaves dinamométricas a los aprietes indicados por el constructor.

El armado de los apoyos cuando estos son conjuntos de dos o más cuerpos, se realizará teniendo presente la concordancia de las diagonales y presillas.

Para el izado de los postes metálicos despiezados en perfiles se procederá a montar el poste, lo cual se procurará hacer en terreno llano. Para hacer coincidir los taladros en los angulares se utilizará el puntero de calderero, teniendo muy presente que este útil no se debe emplear nunca para agrandar los taladros, ya que siempre lo harán a costa de rasgar e angular de menor sección. Si es necesario agrandar taladros se hará con escariador.

Cuando sea necesario hacer nuevos taladros nunca se debe emplear grupo eléctrico o electrógeno, sino que se utilizará taladro, punzonadora o carraca.

Una vez montado el poste se izará con grúa o pluma, procurando no exponerlo a movimientos que puedan variar la alineación del mismo. Una vez izado se procederá a repasar todos los tornillos dándoles una presión correcta con llaves dinamométricas.

El tornillo deberá salir por la tuerca por lo menos tres hilo de rosca, las cuales se granetearán para que no se suelten debido a las vibraciones que pueda tener el poste.

Cuando la "tierra mínima" sea insuficiente o se trate de zonas frecuentadas y de pública concurrencia, se abrirá una zanja de 60 cm. mínimo de profundidad, cuya disposición, excepto en los casos de "anillo dominador de potencial", será radial a partir de la base del apoyo e instalándose en ella al menos dos flagelos. En la misma zanja y separados una distancia aproximadamente equivalente a vez y media su longitud, se hincarán electrodos de barra, siempre que sea posible y tan profundamente como se pueda, utilizando manguitos de empalme y mazas o medios mecánicos para ello.

Los flagelos se tenderán de forma zigzagueante en el fondo de la zanja de modo que la longitud del flagelo sea, por lo menos, el doble de la de la zanja.

Cada electrodo de barra se conectará al flagelo con las grapas correspondientes y quedará siempre enterrado a más de 50 cm. bajo el nivel del terreno.

Todas las zanjas se rellenarán con una capa de tierra de unos 10 cm., y sobre ella se extenderá, si no se indica lo contrario, el "mejorador de tierras" en la proporción adecuada, procediéndose a continuación a terminar de rellenar la zanja con tierra.

Todas las ampliaciones de la toma de tierra realizadas de este modo, se unirán rígidamente entre sí y la "toma de tierra mínima" del apoyo, en su salida lateral de la cimentación.

Cuando se trate de un "anillo dominador de potencial" el flagelo irá enterrado a más de 50cm. de profundidad, en una zanja circular que diste un metro de las aristas del macizo. Se hincarán y unirán a él, si es posible, uno o dos electrodos de barra, y este anillo irá unido a la toma de tierra mínima del apoyo.

El valor de la resistencia de la "toma de tierra mínima" para los apoyos en general, será inferior a 100 ohmios y para los apoyos situados en zona frecuentada y de pública concurrencia será de 20  $\Omega$ .

### **3.3.8.3 PEANA**

Se realizará con hormigón H-200, de forma que el macizo de hormigón sobresalga del nivel del terreno como mínimo 15 cm. y termine en punta de diamante, para facilitar el deslizamiento del agua, enluciéndola con hormigón rico en cemento. Se tendrá la precaución de dejar un taladro en la base para poder colocar el cable de tierra de las columnas. Este deberá salir a unos 50 cm. por debajo del nivel del suelo, en la parte superior de la peana, junto a un angular o montante.

En las hojas de cálculo se indican dimensiones de los macizos para terrenos normales y rocosos, excluidos los flojos, sueltos y con agua que deberán ser calculados caso por caso.

En los apoyos colocados en zonas de pública concurrencia se prolongará la peana hasta una altura de dos metros del suelo, sobre las dimensiones de la cimentación. Dicha prolongación se hará con ladrillo macizo y se rematará a la tirollesa. Se tendrá la precaución de terminarla también en punta de diamante, así como prever en su base unos orificios para salida de agua de filtraciones, etc. Si el apoyo llevase un seccionador III con mando en la base, el recrecimiento de la peana sería por la cara interior del apoyo:

A juicio del Director de obra se podrá sustituir la peana anterior por un juego de chapas antiescalo de la misma altura, de acero galvanizado de 3 mm de espesor como mínimo.

### **3.3.9 TENDIDO, TENSADO Y RETENCIADO**

Las flechas y tensiones de tendido se ajustarán a las dadas en las recomendaciones UNESA para cables LA, tense límite estático-dinámico.

En los tendidos con cables de aluminio deberán tenerse en cuenta los siguientes factores:

1. Se tenderán siempre en bobina y utilizando poleas guía en todos los apoyos.
2. Se evitará en todo lo posible que el cable toque el suelo, ya que el contacto con la tierra, al contener ésta sales, puede producir depósitos de ésta en el conductor que produzcan efectos químicos que lo deterioren. Además, en los cables engrasados puede hacer disminuir la cantidad de grasa lo que facilitaría una rápida corrosión del cable.
3. Es imprescindible utilizar material apropiado, tanto para empalmes como amarres, para evitar la formación de pares eléctricos. Especial atención se prestará a evitar la formación instantánea de

alúmina, cepillando la parte de cable a conexionar, impregnando previamente de grasa neutra o vaselina.

4. No se utilizará para estos tendidos materiales que anteriormente haya estado en contacto con conductores de cobre (aisladores, etc.).

5. Las mordazas (ranas) de las trócolas utilizadas para el tensado de estos conductores serán apropiadas para aluminio.

6. Los estribos de las grapas se apretarán siempre con llaves dinamométricas a los pares de apriete indicados por el fabricante.

7. Los empalmes se efectuarán siempre con manguitos normalizados por IBERDROLA DISTRIBUCIÓN, apropiados a cada sección. Cuando se utilicen accesorios preformados se seguirán las normas apropiadas para la perfecta elaboración de las conexiones, empalmes, etc.

8. Cuando sea necesario realizar cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc., será imprescindible la colocación de postes de madera u hormigón, siempre que no se hormigonen, para el paso de los conductores. Se colocarán dos postes a cada lado de la carretera o línea y uno en su parte superior transversal, de tal forma que, aunque se afloje el conductor, éste no llegue nunca a tocar la línea que se trata de cruzar.

9. Las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta pasados 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y anclaje, salvo indicación en contrario del director de obra.

10. Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramiento, etc., para evitar las deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones, sobre todo en los apoyos de ángulo y anclaje.

11. El tendido de los conductores se realizará exclusivamente con dinamómetro de escala adecuada al uso en cuestión.

12. El contratista será responsable de los deterioros que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

### **3.3.10 MONTAJES DIVERSOS**

#### **3.3.10.1 JUEGOS TRIFÁSICOS DE CORTOCIRCUITOS FUSIBLES UNIPOLARES PARA ACCIONAMIENTO POR PÉRTIGA**

Para la colocación de estos juegos de cortocircuitos se emplearán armados normalizados y se realizará de acuerdo con el plano de detalle correspondiente.

La toma de tierra debe ser del tipo “anillo dominador de potencial”.

#### **3.3.10.2 SECCIONADOR TRIFÁSICO CON ACCIONAMIENTO POR MANDO DESDE LA BASE DEL APOYO**

Para la colocación del seccionador se colocarán armados normalizados y se realizará de acuerdo con el plano de detalle correspondiente.

Se tendrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando.



La “plataforma del operador” consiste en una placa de hormigón de 70x70x7 cm., armado con un emparrillado de aproximadamente 20x20 cm y hierro Ø 4 mm. como mínimo, unido a la toma de tierra del anillo dominador de potencial.

### **3.3.10.3 NUMERACIÓN DE APOYOS Y COLOCACIÓN DE PLACAS DE AVISO DE PELIGRO ELÉCTRICO**

Se numeraran los apoyos con pintura negra; ajustándose dicha numeración a la dada en el proyecto. En el supuesto de alguna variación durante la ejecución, se consultará con el Director de Obra la nueva numeración. Las cifras serán legibles desde el suelo.

También se les colocará placas señalizadoras de “peligro eléctrico”, en nº de dos para los apoyos situados en zonas frecuentadas de Pública Concurrencia y en nº de uno para el resto de los hoyos.

Estas placas se colocarán con tornillos o con otro método que asegure una sujeción firme, no admitiéndose la sujeción mediante alambre.

Cumplirán en todo momento la recomendación UNESA 0203.

Se situarán a una altura visible y legible desde el suelo pero sin acceso directo desde el mismo a una altura mínima de 2 m.

### **3.3.11 TOLERANCIAS DE EJECUCIÓN**

#### **Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.**

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo, es decir, la distancia entre el eje de dicho apoyo a la alineación real, debe ser inferior a  $10+(D/100)$ , expresada en centímetros.

#### **Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista.**

No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento.

#### **Verticalidad de los apoyos.**

En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2 % sobre la altura del apoyo.

#### **Altura de flechas.**

La diferencia máxima entre la flecha medida y la indicada en las tablas de tendido no deberá superar un + 2,5 %.

## **3.4 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN**

### **3.4.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN**

### 3.4.1.1 CABLES DE AISLADOS DE MEDIA TENSIÓN

Su sección será la indicada en el proyecto de cada línea y serán del tipo indicado en el proyecto.

#### Conductores.

Los conductores a emplear tendrán las siguientes características generales :

Se utilizarán únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco, según NI 56.43.01 de las características esenciales siguientes: Conductor : Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE21-022.

Pantalla sobre el conductor: Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.

Aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).

Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contra espira de cobre.

Cubierta: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.

Tipo seleccionado:

Tipo constructivo	Tensión Nominal Kv	Sección Conductor mm <sup>2</sup>	Sección pantalla mm <sup>2</sup>
HEPRZ1	12/20	150	16
		240	16
		400	16
	18/30	150	25
		240	25
		400	25

Las tensiones nominales serán de 20 ó 30 Kv, y para los cálculos de cualquier tipo se considerará un  $\cos \varphi = 0,9$ .

Algunas otras características importantes serían :

Sección Mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal KV	Resistencia Máx. a 105°C $\Omega$ /km	Reactancia por fase $\Omega$ /km	Capacidad $\mu$ F/km
150 240 400	12/20	0,277 0,169 0,107	0,112 0,105 0,098	0,368 0,453 0,536
150 240 400	18/30	0,277 0,169 0,107	0,121 0,113 0,106	0,266 0,338 0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C.

Temperatura máxima en cortocircuito  $t < 5s$  250°C.

### Intensidades admisibles.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas.

Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga. Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican en la tabla.

Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

Tipo de aislamiento	Tipo de condiciones	
	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105	> 250

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

### Condiciones tipo de instalación enterrada.

A los efectos de determinar la intensidad admisible, se consideran las siguientes condiciones tipo:

Cables con aislamiento seco.

Una terna de cables unipolares agrupados a triángulo directamente enterrados en toda su longitud en una zanja de 1 m de profundidad en terreno de resistividad térmica media de 1 K.m/W y temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25° C.

En la tabla 4 se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los cables normalizados en ID para canalizaciones enterradas directamente.

**Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables con conductores de aluminio con aislamiento seco (HEPR)**

Tensión nominal U <sub>o</sub> /U Kv	Sección nominal de los conductores mm <sup>2</sup>	Intensidad
		3 unipolares
12/20	150	330
	240	435
	400	560
18/30	150	330
	240	435
	400	560

**Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores.**

En la tabla 6 se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores, en función de los tiempos de duración del cortocircuito

**Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en KA  
(Incremento de temperatura 160 θ en °C)**

Tipo de Aislamiento	Tensión Kv	Sección mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito t en s.								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20	150	44,7	31,9	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
	18/30	240	71,5	51,1	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9
		400	119,2	85,2	68,8	53,2	37,61	30,8	26,4	23,6	21,6

**Intensidades de cortocircuitos admisibles en las pantallas.**

En la tabla se indican, a título orientativo, las intensidades admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Esta tabla corresponde a un proyecto de cable con las siguientes características:

- Pantalla de hilos de cobre de 0,75 mm de diámetro, colocada superficialmente sobre la capa semiconductora exterior (alambres no embebidos).
- Cubierta exterior poliolefina (Z1).
- Temperatura inicial pantalla: 70°C.
- Temperatura final pantalla: 180°C.

**Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en A**

Sección Pantalla Mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
16	7.750	5.640	4.705	3.775	2.845	2.440	2.200	2.035	1.920
25	1.1965	8.690	7.245	5.795	4.350	3.715	3.340	3.090	2.900

El cálculo se ha realizado siguiendo la guía de la norma UNE 21-193, aplicando el método indicado en la norma UNE 21-192.

### **3.4.2 TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, PROTECCIONES, CRUCES Y PARALELISMOS**

#### **3.4.2.1 TENDIDO**

El transporte de bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados.

Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado.

La carga y descarga se realizará suspendiendo la bobina por medio de una barra que pasen por el eje central de la bobina y con los medios de elevación adecuados a su peso.

No se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque.

Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo, rodándolas, se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.

En las curvas se colocarán los rodillos precisos para que el radio de curvatura de los cables no sea inferior a 20 veces su diámetro, de forma que soporten el empuje lateral de cable.

Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina.

En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados.

La bobina estará elevada y sujeta por medio de la barra y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida de cable durante el tendido se realice por su parte superior.

Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjas abiertas o en los interiores de los tubos, para comprobar que se encuentran sin piedra u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido, realizando las verificaciones oportunas ( paso de testigo por los tubos) .

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre presente que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 15 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo por una funda de malla metálica

El tendido se realizará con los cables soportados por rodillos adecuados que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispondrán además de una base que impida su vuelco y su garganta tendrá las dimensiones necesarias para que circule el cable sin que se salga o caiga.

La distancia entre rodillos será tal que el cable, durante el tendido, no roce con la arena

En las curvas se colocarán los rodillos precisos para que el radio de curvatura de los cables no sea inferior a 20 veces su diámetro, de forma que soporten el empuje lateral de cable.

Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina.

En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados.

La bobina estará elevada y sujeta por medio de la barra y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida de cable durante el tendido se realice por su parte superior.

Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjas abiertas o en los interiores de los tubos, para comprobar que se encuentran sin piedra u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido, realizando las verificaciones oportunas ( paso de testigo por los tubos).

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre presente que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 15 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo por una funda de malla metálica.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando de la vena del cable, al que se habrá adosado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción igual o inferior a  $2,4 \text{ daN/mm}^2$  ó al indicado por el fabricante del cable.

Los cabrestantes u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido, estarán dotadas de dinamómetros apropiados.

El tendido de los conductores se interrumpirá cuando la temperatura ambiente sea inferior a  $0^{\circ}\text{C}$ , debido a la rigidez que a esas temperaturas toma el aislamiento.

Los conductores se colocarán en su posición definitiva, tanto en las zanjas como en canales de obra o las galerías, siempre a mano, sin utilizar palancas u otros útiles; quedarán perfectamente alineados en las posiciones indicadas en el proyecto.

Para identificar los cables unipolares se marcarán con cintas adhesivas de colores verde, amarillo y marrón, cada 1,5 m.

Cada 10 m, como máximo, y sin coincidir con las cintas de señalización, se pondrán unas abrazaderas de material sintético de color negro que agrupen la terna de conductores y los mantenga unidos. En los entubados no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo.

Cuando en una zanja coincidan líneas de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel, de forma que en cada banda se agrupen los cables de igual tensión. La separación mínima entre cada dos bandas será de 25 cm. La separación entre dos cables multipolares dentro de una misma banda será de 10 cm, como mínimo.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Cuando se coloque por banda más de los circuitos indicados, se abrirá una zanja de anchura especial, teniendo siempre en cuenta la separación mínima de 10 cm entre líneas.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina, y sus extremos protegidos convenientemente para asegurar su estanqueidad.

Antes del tapado de los conductores con la segunda capa de arena, se comprobará que durante el tendido no se han producido erosiones en la cubierta

#### **3.4.2.2 TERMINALES Y EMPALMES**

En alta tensión cumplirán con lo indicado en las Normas

NI 56.80.02 y NI 72.83.00.

Los terminales serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto de la red y estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento del cable. Serán de exterior o enchufables.

##### **Confección de terminales.**

Se utilizarán los del tipo indicado en el proyecto, siguiendo para sus instalaciones las instrucciones y normas del fabricante, así como las reseñadas a continuación.

En la ejecución de los terminales, se pondrá especial cuidado en limpiar escrupulosamente la parte del aislamiento de la que se ha quitado la capa semiconductora. Un residuo de barniz, cinta o papel semiconductor es un defecto grave.

Los elementos que controlan el gradiente de campo serán los indicados por el fabricante y se realizarán con las técnicas y herramientas adecuadas.

Los Empalmes serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto. Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento de los cables a empalmar.

##### **Confección de empalmes.**

La ejecución de los empalmes se realizará siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

Se procurará, a ser posible, no efectuar ningún cruce de fases, y en el caso de ser indispensable, se extremarán las precauciones al hacer la curvatura.

Los manguitos para la unión de las cuerdas serán los indicados por Iberdrola, y su montaje se realizará con las técnicas y herramientas que indique el fabricante, teniendo la precaución de que durante la maniobra del montaje del manguito no se deteriore el aislamiento primario del conductor.

En la ejecución de empalmes en cables, se tendrá especial cuidado en la curvatura de las fases, realizándola lentamente para dar tiempo al desplazamiento de cable y no sobrepasando en ningún punto el radio mínimo de curvatura.

### **3.4.2.3 Protecciones**

#### **Protecciones contra sobreintensidades.**

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobreintensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos.

Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

#### **Protección contra sobreintensidades de cortocircuito.**

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la Norma UNE 20-435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

#### **Protección contra sobretensiones.**

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen. Para ello, se utilizará, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión.

Deberán cumplir también en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de autoválvulas, lo que establece en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

### **3.4.2.4 CRUZAMIENTO Y PARELELISMOS**



En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atenderá a lo dispuesto por los Organismos Oficiales, propietarios de los servicios a cruzar. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios serán, como mínimo, de 25 cm.

No se instalarán conducciones paralelas a otros servicios coincidentes en la misma proyección vertical. La separación entre los extremos de dichas proyecciones será mayor de 30 cm.

En los casos excepcionales en que las distancias mínimas indicadas anteriormente no puedan guardarse, los conductores deberán colocarse en el interior de tubos de material incombustible de suficiente resistencia mecánica.

La zanja se realizará lo más recta posible, manteniéndose paralela en toda su longitud a los bordillos de las aceras o a las fachadas de los edificios principales.

En los trazados curvos, la zanja se realizará de forma que los radios de los conductores, una vez situados en sus posiciones definitivas, sean como mínimo 15 veces el diámetro del cable.

Los cruces de las calzadas serán rectos, a ser posible perpendiculares al eje de las mismas.

### **3.4.3 accesorios**

#### **Empalmes y Terminales.**

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

#### **Terminales.**

Las características de los terminales serán las establecidas en la NI 56.80.02.

Los conectores para terminales de AT quedan recogidos en NI 56.86.01.

En los casos que se considere oportuno el empleo de terminales enchufables, será de acuerdo con la NI 56.80.02.

#### Terminales de exterior normalizados

Designación	Tensión Kv	Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Naturaleza del conductor
TES/24-R/50	24	50	
TES/24-R/150÷240		150 y 240	
TES/24-R/400		400	Al
TES/36-R/50	24	50	
TES/24-D/150÷240		150 y 240	
TES/24-D/400		400	
TES/36-D/50		50	

#### Terminales enchufables normalizados

Designación	Conector Pasatapas	Tensión Kv	Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Naturaleza del conductor
TER1S/24/50	C1S	24		
TEA1S/24/50			50	
TEA2R/24/240/sDC	C2R	24	240	Al
TET2R/24/150			150	
TET3R/36/150			150	

#### Empalmes.

Las características de los empalmes serán las establecidas en la NI 56.80.02.

#### Empalmes rectos unipolares normalizados

Designación	Tensión Kv	Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Naturaleza del conductor
E1S/24-R/150÷240	24	150 y 240	Al
E1S/24-R/400		400	

### 3.4.4 OBRA CIVIL

#### 3.4.4.1 MATERIALES

##### Arena.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas.

Si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente. (Tamiz 032 UNE).

Estará exenta de polvo, para lo cual no se utilizará arena con granos de dimensiones inferiores a 0,2 mm.

Se utilizará indistintamente de mina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente; las dimensiones de los granos serán de 3 mm como máximo.

#### **Ladrillo para fábrica.**

Los ladrillos empleados para la ejecución de fábricas serán de ladrillo cocido y de dimensiones regulares, y a ser posible enteros.

#### **Tubos termoplásticos.**

Los tubos serán de material termoplástico (libre de halógenos) de un diámetro de 160 mm, como mínimo.

#### **Hormigones.**

Los hormigones serán preferentemente prefabricados en planta y cumplirán las prescripciones de la Instrucción Española para la ejecución de las obras de hormigón EH 90.

El hormigón a utilizar en los rellenos y asientos de los tubos, en su caso, será del tipo H125.

#### **Loseta hidráulica.**

La loseta hidráulica empleada en la reposición de pavimentos será nueva y tendrá la textura y tonos del pavimento a reponer.

#### **Asfaltos.**

Los pavimentos de las capas de rodadura en las calzadas serán de las mismas características de los existentes, en cuanto a clases, aglomerados en frío o caliente, etc. o tipo de cada uno de estos (cerrado, abierto...).

#### **Retirada de tierras.**

La tierra sobrante, así como los escombros del pavimento y firme se llevará a escombrera o vertedero, debidamente autorizados con el canon de vertido correspondiente.

#### **Rellenos de zanjas con tierras , todo-uno, zahorras, u hormigón.**

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas en identif. 29, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación o de préstamo, según el caso, apisonada, debiendo realizarse los 25 primeros cm de forma manual.

Sobre esta tongada se situará la cinta de atención al cable.

El cierre de las zanjas se realizará por tongadas, cuyo espesor original sea inferior a 25 cm, compactándose inmediatamente cada una de ellas antes de proceder al vertido de la tongada siguiente.

La compactación estará de acuerdo con el pliego de condiciones técnicas del municipio correspondiente.

En las zanjas realizadas en aceras o calzadas con base de hormigón, el relleno de la zanja con tierras compactas, no sobrepasará la cota inferior de las bases de hormigón. El material de aportación para el relleno de las zanjas tendrá elementos con un tamaño máximo de 10 cm, y su grado de humedad será el necesario para obtener la densidad exigida en las ordenanzas municipales, una vez compactado.

#### **Rellenos de zanjas con tierras u hormigón.**

El relleno de zanjas en cruces se realizará con todo-uno o zahorras, o con hormigón H 125, hasta la cota inferior del firme.

#### **Asiento de cables con arena (tamiz 032 UNE) :**

En el fondo de las zanjas se preparará un lecho de arena de las características indicadas, de 10 cm de espesor, que ocupe todo su ancho.

Una vez terminado el tendido, se extenderá sobre los cables colocados, una segunda capa de arena de 10 cm de espesor, como mínimo, que ocupe todo el ancho de la zanja.

#### **Asientos de tubos con hormigón H125 o con arena :**

El número de tubos y su distribución en capas serán los indicados en el proyecto, y estarán hormigonados en toda su longitud, o con asiento de arena.

Una vez instalados, los tubos no presentarán en su interior resaltes que impidan o dificulten el tendido de los conductores, realizándose las verificaciones oportunas (paso detestigo ).

Antes de la colocación de la capa inferior de los tubos, se extenderá una tongada de hormigón H125 o de arena, según el caso, y de 5 cm de espesor que ocupe todo el ancho de la zanja; su superficie deberá quedar nivelada y lo más lisa posible.

Sobre esta tongada se colocarán todos los tubos, realizando los empalmes necesarios; los tubos quedarán alineados y no presentarán en su interior resaltes ni rugosidades.

El conjunto de los tubos se cubrirá con hormigón H125 o de arena, según el caso, hasta una cota que rebase la superior de los tubos en, al menos, 10 cm, y que ocupe todo el ancho de las zanjas

#### **Colocación protección mecánica.**

Sobre el asiento del cable en arena se colocará una protección mecánica de un tubo termoplástico de un diámetro de 160 mm o un tubo y una placa cubrecable, según el caso. Se colocará la protección mecánica a lo largo de la canalización en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

#### **Pavimentos.**

-Levante pavimento y pavimentación.

-Demoler pavimento y pavimentación.

-Pavimentación.

-Rotura y reposición de pavimentos.

-Tela asfáltica.

-Tierra-jardín.

En la rotura de pavimentos se tendrán en cuenta las disposiciones dadas por las entidades propietarias de los mismos.

La rotura del pavimento con maza está prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, como con tajadera.

En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales de posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose de forma que no sufran deterioro en el lugar que molesten menos a la circulación.

El resto del material procedente del levantado del pavimento será retirado a vertedero.

Los pavimentos serán repuestos con las normas y disposiciones dictadas por los organismos competentes o el propietario.

Para la reconstrucción de las soleras de hormigón de la acera, una vez concluido el relleno de las zanjas, se extenderá una tongada de hormigón con características H125, que ocupando todo el ancho de la zanja, llegue hasta la capa superior del firme primitivo; este nuevo firme tendrá el mismo espesor del primitivo, pero nunca inferior a 10 cm.

En la reconstrucción de las bases de hormigón de las calzadas, se procederá del mismo modo que en las aceras, pero con espesores mínimos de 20 cm.

Una vez transcurrido el plazo necesario para comprobar que el hormigón ha adquirido la resistencia suficiente, se procederá a la reconstrucción de los pavimentos o capas de rodadura.

Para la reconstrucción de pavimentos de acera de cemento, se extenderá sobre la solera de hormigón un mortero de dosificación 175 kg ó 200 kg, en el que una vez alisado, se restablecerá el dibujo existente.

Para la reconstrucción de los pavimentos de loseta hidráulica se extenderá sobre la solera de hormigón un mortero semiseco de dosificación 175 ó 200 kg, y una vez colocadas las losetas hidráulicas, se recargará, primero con agua, y luego con una lechada de cemento.

En ningún caso se realizará la reconstrucción parcial de una loseta hidráulica.

De darse tal necesidad, se comenzará por levantar, previamente, la parte precisa para que el proceso afecte a losetas hidráulicas completas.

En la reconstrucción de capas de rodadura de empedrado sobre hormigón, se extenderá un mortero semiseco de 175 ó 200 kg de dosificación sobre la infraestructura de hormigón.

Una vez colocado el adoquín, se regará primero con agua y luego con una lechada de cemento. El pavimento reconstruido se mantendrá cerrado al tránsito durante el plazo necesario para que adquiera la consistencia definitiva.

Para la reinstalación de bordillos, bien graníticos o prefabricados de hormigón, se colocarán siempre sentados sobre hormigón H125 y mortero de 175 kg ó 200 kg de dosificación. La solera de hormigón tendrá un espesor mínimo de 30 cm.

Para la reconstrucción de la capa de rodadura de aglomerado asfáltico o asfalto fundido, se levantará del pavimento existente, una faja adicional de 5 cm de anchura a ambos lados del firme de hormigón, cortado verticalmente. Una vez retirados los sobrantes producidos y limpia la totalidad de la superficie, se procederá a la extensión del nuevo material, que tendrá idénticas características que el existente, sobre la infraestructura de hormigón ya creada.

Después de su compactación, el pavimento reconstruido se mantendrá cerrado al tránsito durante el plazo necesario para que adquiriera la consistencia definitiva.

La reconstrucción de pavimentos o capas de rodadura de tipo especial, tales como losas graníticas, asfalto fundido, loseta asfáltica, etc., se realizará adaptando las normas anteriores al caso concreto de que se trate.

Una vez terminada la reposición de los pavimentos, éstos presentarán unas características homogéneas con los pavimentos existentes, tanto de materiales como de colores y texturas

La reposición de tierra-jardín, se realizará de acuerdo con las disposiciones dictadas por los Organismos Competentes o por el propietario.

#### **Colocación marco y tapa.**

En la cabeza de las arquetas registrables se colocarán los marcos y tapas indicadas en el proyecto, debidamente enrasados con el pavimento correspondiente.

Los marcos se recibirán con mortero M250.

#### **Colocación de arquetas y calas de tiro.**

En los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas se dispondrá preferentemente de calas de tiros y excepcionalmente de arquetas ciegas, arquetas de hormigón o ladrillo, de dimensiones necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea, como mínimo, 20 veces el diámetro exterior del cable.

No se admitirán ángulos inferiores a 90º, y aún éstos se limitarán a los indispensables.

En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes.

Las arquetas prefabricadas de hormigón se colocarán sobre el suelo acondicionado previamente, y debidamente niveladas. Las arquetas "in situ" y sus suplementos, se ajustarán a lo indicado en el MT-NEDIS 2.03.21.

Las arquetas ciegas se ajustarán a lo indicado en el MT-NEDIS 2.03.21

#### **Perforaciones horizontales (topo).**

Las perforaciones en horizontal por medios mecánicos mediante máquina especial adecuada, se realizarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

El número de tubos y diámetro de estos será el indicado en el proyecto.

#### **Perforaciones de muros (hormigón o mampostería).**

La rotura de muros se realizará con maquinaria apropiada (compresor/martillo), colocando tubos rectos termoplásticos, separados entre sí 2 cm y sobre paredes del hueco abierto 5 cm, recibiendo los tubos con mortero M250.

### **3.4.5 ZANJAS, EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO**

#### **Formas de canalizaciones.**

La ejecución de las instalaciones de líneas subterráneas de AT se realizará básicamente en los siguientes tipos de canalizaciones:

- Canalizaciones enterradas.
- Canalizaciones entubadas por aceras.
- Cruces por calzadas.
- Canalizaciones en galería o instalación al aire.

#### **Trazado.**

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, discurrirán por terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitándose ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras, los lugares donde se abrirán las zanjás, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si hay posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjás se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjás se tendrá en cuenta el radio mínimo que durante las operaciones del tendido, deben tener las curvas en función de la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

#### **Seguridad**

Las zanjás se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el

Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces,...).

La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

### **Señalización.**

La cinta de señalización de la existencia de conductores eléctricos, tendrá la calificación de

Material Aceptado.

Las cintas de identificación serán de color amarillo, marrón o verde. Las abrazaderas de agrupación de cables serán de material sintético y de color negro.

En las canalizaciones, salvo en los cruces en calzadas, se colocará una cinta de polietileno, con el anagrama de IBERDROLA. Se colocarán a lo largo de la canalización, en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

Los cables deben estar perfectamente identificados en las celdas o cuadros de maniobra.

Cuando la señal colocada en las celdas o en los cuadros de maniobra no pueda identificar al mismo tiempo, al cable y al elemento de maniobra, se colocarán dos señales SILSAT idénticas, una en el elemento de maniobra y la otra en el cable.

En aquellos casos que sea necesario identificar el cable a lo largo de su trazado, bien sea para diferenciarlo de otros cables o para indicar la propiedad del mismo, se utilizará una señal SILSAT con el texto apropiado a cada caso. Esta identificación es fija y debe permanecer invariable, a pesar de los posibles cambios de esquema, por lo que no deberá estar relacionada con la información derivada de los extremos del cable.

La colocación de las señales autoadhesivas se hará de acuerdo con los criterios establecidos en las normas de la compañía suministradora.

### **Identificación.**

La identificación de las líneas subterráneas de AT se hará mediante señales autoadhesivas SILSAT que se instalarán en las celdas o cuadros de maniobra, en los enlaces con líneas aéreas y en los cables. Estas señales serán de color azul y con los textos serigrafiados en blanco, de dimensiones 105x37 mm, las características restantes serán las especificadas en la NI 29.05.04.

Estas señales estarán divididas en dos partes por medio de una raya blanca de trazo continuo y de 0,4 mm de ancho. La parte superior contendrá los datos de identificación correspondientes al lugar de procedencia o destino y la parte inferior se destinará a la identificación de línea.

La información de una señal SILSAT responderá a lo siguiente :



- Identificación del lugar de procedencia o destino con los datos siguientes: o Tipo de instalación, según las abreviaturas establecidas en la tabla 1. O Nº de la instalación que constará de 4 ó 5 dígitos tal como se fija en la tabla

1. o Denominación de la instalación.

- Identificación de la línea, de acuerdo con las normas de la Compañía

Suministradora.

### **3.4.6.-Normas generales para la ejecución de las instalaciones.**

Las instalaciones de L.S.M., se realizarán dando cumplimiento a lo especificado en la

Reglamentación vigente. Al no existir un Reglamento específico sobre Líneas Subterráneas, se ha tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a Instalaciones Subterráneas de MT contenida en los Reglamentos siguientes:

- Reglamento Técnico de Líneas Aéreas de Alta Tensión, aprobado por Decreto 3.151/1968 de 28-11-68, y publicado en el B.O.E. del 27-12-68.

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Decreto 12.224/1984, y publicado en el B.O.E. 1-8-84.

A los efectos de Autorizaciones Administrativas de Declaración en Concreto de Utilidad Pública y ocupaciones de terreno e imposición de servidumbres, se aplicará lo previsto en la Ley 54/1997 del 27 de noviembre del Sector Eléctrico en todo aquello en que esté en vigor, y en aquellos puntos que no estén desarrollados, lo establecido en la Ley 10/1966 de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas, y en el Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2.619/1966 de 20 de octubre, publicado en el B.O.E. número 254 del mismo año.

Las derivaciones de estas redes serán realizadas desde celdas de derivación situadas en Centros de Transformación o desde líneas aéreas.

La caída de tensión máxima admisible se regirá por los mismos criterios establecidos para las líneas aéreas. Igualmente se tendrá en cuenta lo indicado en dicho apartado, en cuanto a la selección desde el punto de vista de pérdidas.

Cuando se trate de líneas que vayan a constituir una red en anillo, en todas ellas se mantendrá una sección constante.

En este Pliego se establece un solo tipo de línea subterránea con cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco extruido, sus características vienen fijadas por las características del aislamiento del cable.

### **Ejecución.**

El constructor, antes de empezar los trabajos de excavación en apertura de zanjas, hará un estudio de canalización, de acuerdo con las normas municipales. Determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. Decidirá las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el

paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo a la obra.

Las zanjas se abrirán en terrenos de dominio público, preferentemente bajo acera.

En las zonas donde existan servicios de Iberdrola instalados con antelación a los del proyecto, las zanjas se abrirán sobre estos servicios, con objeto de que todos los de Iberdrola queden agrupados en la misma zanja.

Las dimensiones de las zanjas serán las definidas en los proyectos tipo a que hace referencia el Capítulo II de las Normas Particulares.

En los casos especiales, debidamente justificados, en que la profundidad de la colocación de los conductores sea inferior al 60% de la indicada en el proyecto, se protegerán mediante tubos, conductos, chapas, etc., de adecuada resistencia mecánica.

#### **Sistemas de ejecución de Accesorios.**

Para los diferentes tipos de accesorios se establecen, exclusivamente, los siguientes sistemas de ejecución:

- retráctil en frío (R).
- Deslizante (D).
- Enchufable.

En la siguiente tabla se indican los sistemas de ejecución.

**Sistemas de ejecución de los accesorios**

<b>Sistemas de ejecución</b>	<b>Empalmes</b>	<b>Terminales</b>
Retráctil en frío	X	X
Deslizante		X
Enchufable		X

#### **Tornillería de conexión.**

La tornillería será de paso, diámetro y longitud indicada para cada terminal.

Estarán protegidos contra la oxidación por una protección adecuada.

#### **Colocación de tapón para tubo.**

En la boca de los tubos termoplásticos sin ocupación de cables se colocarán los tapones correspondientes, debidamente presionados en su posición tope.

#### **Sellado de tubos.**

En los tubos termoplásticos que contengan cables o en los tubos que se considere necesario por su proximidad de tuberías de agua, saneamientos o similares, se taponarán sus bocas con espuma poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola. Se seguirá, en cualquier caso, las instrucciones dadas por el fabricante.

Encañado de líneas:

#### **Pruebas eléctricas.**

Antes de ser conectado a la red, el cable se someterá a las verificaciones necesarias para detectar los posibles daños producidos durante la manipulación del cable y accesorios

Se comprobará la continuidad y orden de fases.

Se verificará la continuidad de la pantalla metálica.

Se realizarán los ensayos dieléctricos de la cubierta y , en su caso, del aislamiento.

#### **Canalizaciones Directamente enterradas.**

Estas canalizaciones de líneas subterráneas, deberán proyectarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.
- Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite. Deberán cumplir las especificaciones del apartado 9.3.

Los cables se alojarán en zanjas de 0,8 m de profundidad mínima y una anchura mínima de 0,35 m que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumple con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc.

En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar. Encima irá otra capa de arena de idénticas características con un espesor mínimo de 0,10 m, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las

NI 52.95.01. Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja teniendo en cuenta que entre los laterales y los cables se mantengan una distancia de unos 0,10 m.

A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en las normas de la Cía. Suministradora ( NI 29.00.01.).

El tubo de 160 mm Ø que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de MT.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

#### **Canalización entubada.**

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en las normas de la Cía. Suministradora (NI 52.95.03.).

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160mm Ø aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. En las líneas de 20 Kv con cables de 400 mm<sup>2</sup> de sección y las líneas de 30 Kv (150, 240 y 400 mm<sup>2</sup> de sección) se colocarán tubos de 200 mm Ø, y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mmØ destinado a este fin.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05m de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0.10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

#### **Condiciones generales para cruzamientos y paralelismos.**

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm Ø aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. En las líneas de 20 Kv con cables de 400 mm<sup>2</sup> de sección y las líneas de 30 Kv (150, 240 y 400 mm<sup>2</sup> de sección) se colocarán tubos de 200 mm Ø, y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,60 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo ( véase en planos).

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de hormigón H 125, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H 125 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H 125, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H125 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topos" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.

### **Cruzamientos.**

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos.

-Con calles, caminos y carreteras. O En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado 9.3 para canalizaciones entubadas.

Los tubos irán a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje del vial. El número mínimo de tubos, será de tres y en caso de varias líneas, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

-Con ferrocarriles.

O Se considerará como caso especial el cruzamiento con Ferrocarriles y cuyos detalles se dan a título orientativo en el plano nº 11. Los cables se colocarán tal como se especifica en el apartado

9.3, para canalizaciones entubadas, cuidando que los tubos queden perpendiculares a la vía siempre que sea posible, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Los tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

- Con otras conducciones de energía eléctrica.

O La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 0,25 m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en las normas de la Cía. Suministradora ( NI52.95.01) La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.

-Con cables de telecomunicación.

O La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en las normas de la Cía. Suministradora (NI52.95.01.) La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1m.

-Con canalizaciones de agua y gas.

Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,25 m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o placa separadora constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, las características serán las establecidas en las normas de la Cía. Suministradora (NI 52.95.01.) Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.

- Con conducciones de alcantarillado.

Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características las normas de la Cía. Suministradora (NI52.95.01.)

-Con depósitos de carburante.

Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

### **Paralelismos.**

Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

-Con otros conductores de energía eléctrica.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica las características están establecidas en las normas de la Cía. Suministradora (NI 52.95.01.).

-Con canalizaciones de agua y gas.

Se mantendrá una distancia mínima de 0,25m, con excepción de canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar) en que la distancia será de 1m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, se adoptarán las siguientes medidas complementarias:

- Conducción de gas existente: se protegerá la línea eléctrica con tubo de plástico envuelto con 0,10 m de hormigón, manteniendo una distancia mínima tangencial entre servicios de 0,20 m.

- Línea eléctrica existente con conducción de gas de Alta Presión, se recubrirá la canalización del gas con manta antirroca interponiendo una barrera entre ambas canalizaciones formada con una plancha de acero; si la conducción del gas es de Media/Baja Presión se colocará entre ambos servicios una placa de protección de plástico.

Las características vienen fijadas en las normas de la Cía.

Suministradora (NI 52.95.01.).

- Si la conducción del gas es de acero, se dotará a la misma de doble revestimiento.

#### **Derivaciones.**

No se admitirán derivaciones en T y en Y.

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

#### **Puesta a Tierra.**

- Puesta a tierra de cubiertas metálicas.

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

- Pantallas.

Tanto en el caso de pantallas de cables unipolares como de cables tripolares, se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos

### **3.5 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

#### **3.5.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES**

##### **3.5.1.1 OBRA CIVIL**

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

### **3.5.1.2 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envoltorio metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

#### **Aislamiento.**

El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

#### **Corte.**

El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento. Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

### **3.5.1.3 TRANSFORMADOR DE POTENCIA**

El transformador instalado en este Centro de Transformación será trifásico, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Este transformador se instala, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación.

El transformador, para mejor ventilación, estará situado en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.



#### **3.5.1.4 EQUIPOS DE MEDIA**

Este centro incorpora los dispositivos necesitados para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

##### **Puesta en servicio.**

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

##### **Separación de servicio.**

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

##### **Mantenimiento.**

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

#### **3.5.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

#### **3.5.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminadas su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIERAT 02.

#### **3.5.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

#### **3.5.5 CERTIFICADO Y DOCUMENTACIÓN**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

#### **3.5.6 LIBRO DE ÓRDENES**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc..

# ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

## 4.1 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

### 4.1.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### 4.1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

#### 4.1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

#### **4.1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.**

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

#### **4.1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.**

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
- Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### **4.1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.**

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### **4.1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### **4.1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### **4.1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.**

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### **4.1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.**

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.

- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### **4.1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.**

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### **4.1.2.10. DOCUMENTACIÓN.**

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### **4.1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.**

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.



#### **4.1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.**

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### **4.1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.**

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### **4.1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.**

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### **4.1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.**

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### **4.1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.**

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

#### **4.1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

##### **4.1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.**

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

#### **4.1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

#### **4.1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.**

##### **4.1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

##### **4.1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.**

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

#### **4.1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.**

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## **4.2. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

### **4.2.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para

establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

#### **4.2.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

#### **4.3. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

##### **4.3.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

#### **4.3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

##### **4.3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.



Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

#### **4.3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.**

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

#### **4.3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS.**

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

#### **4.3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.**

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los piones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

#### **4.3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.**

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

#### **4.4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.**

#### **4.4.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

#### **4.4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

##### **4.4.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.**

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc.).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.

- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### **4.4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.**

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc.), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc.).



Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc.) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

#### **4.4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO**

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonos, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetes, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácnas o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.



Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA Alimentación a la maquinaria.

30 mA Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.

- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### **4.4.2.4. MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.**

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores cerámicos.
- Instalación de crucetas metálicas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc.).
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.

- Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

Los Riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación.

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc.).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.).
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Arco eléctrico.
- Incendio y explosiones. Electrocuciiones y quemaduras.
- Ventilación e Iluminación.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130º) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400º). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.

- Agresión de animales.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.

Se inspeccionará el estado del terreno.

Se realizará el ascenso y descenso a zonas elevadas con medios y métodos seguros (escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior).

Se evitarán posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.

Se utilizarán cuerdas y poleas (si fuese necesario) para subir y bajar materiales.

Se evitarán zonas de posible caída de objetos, respetando la señalización y delimitación.

Se ubicarán protecciones frente a sobreintensidades y contra incendios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, pantallas, extintores fijos, etc.

Se evitarán derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desagües, pozos de evacuación, aislamientos, calzado antideslizante, etc.).

Se utilizará un sistema de iluminación adecuado: focos luminosos correctamente colocados, interruptores próximos a las puertas de acceso, etc.

Se utilizará un sistema de ventilación adecuado: entradas de aire por la parte inferior y salidas en la superior, huecos de ventilación protegidos, salidas de ventilación que no molesten a los usuarios, etc.

La señalización será la idónea: puertas con rótulos indicativos, máquinas, celdas, paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados, carteles de advertencia de peligro en caso necesario, esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio, carteles normalizados (normas de trabajo A.T., distancias de seguridad, primeros auxilios, etc.).

Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.

Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.

La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc. no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.

Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.

Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).

Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.

En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.

En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.

Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.

Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc., deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.

En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.

El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.

Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.

Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.



#### **4.4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

#### **4.5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.**

##### **4.5.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

#### **4.5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

##### **4.5.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.**

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

##### **4.5.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.**

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

##### **4.5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.**

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.

- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

#### **4.5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.**

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

#### **4.5.2.5. EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCION PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.**

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- Gafas de protección.
- Insuflador boca a boca.
- Tierra auxiliar.

- Esquema unifilar
- Placa de primeros auxilios.
- Placas de peligro de muerte y E.T.
- Material de señalización y delimitación (cintas, señales, etc.).

# PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

## 5.1 Estimación de la cantidad de residuos generados.

Los residuos que generaran las obras e instalaciones proyectadas son del tipo “Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas” según la lista europea de residuos publicada en la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero (BOE 19/02/02) las cantidades estimadas de estos residuos son las siguientes:

Tipo	Código	Cantidad	
		m <sup>3</sup>	T
Hormigón	17.01.01	0.5	0.5
Cables	17.04.11	0.04	0.06
Tubos PVC	17.02.03	0.04	0.03
Tierra	17.09.	45	50

## 5.2 Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.

Para evitar la mezcla de residuos y su dispersión se dispondrá de los contenedores necesarios para su posterior traslado

## 5.3 Operación de reutilización, valoración o eliminación que se generen en la obra.

En el caso de la tierra extraída para la realización de la zanja se reutilizara parte de esta tierra como relleno una vez realizadas las instalaciones pertinentes no pudiendo reutilizarse los restos de cables, trozos de tubo de PVC y el hormigón sobrantes que deberán ser trasladados al vertedero

## 5.4 Medidas de separación de residuos según RD 105/2008, artículo 5 punto 5.

Debido a que la cantidad de residuos generados es menor que la establecida por el RD 105/2008 serán entregados al gestor de residuos para su traslado al vertedero. Estos residuos serán entregados debidamente separados y clasificados.

## 5.5 Planos de la instalación previstas para el manejo de residuos.

Debido al pequeño volumen de residuo generado no se prevén instalaciones especiales para su manejo o almacenamiento, será suficiente con bolsas de malla o minicontainer para su clasificación y traslado, por lo que no precisa la ejecución de planos de instalaciones para el manejo de residuos

### 5.6 Prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares.

No se requiere la redacción del pliego de prescripciones técnicas particulares ya que no se proyectan instalaciones específicas para el manejo, almacenamiento, separación y otras operaciones de los residuos generados

Simplemente es necesario señalar que en el caso de utilizar bolsas para su transporte y almacenaje estas estén dotadas con asas para su manejo y puedan soportar el peso del material que van a contener, teniendo una resistencia mínima de 2 toneladas por metro cubico y el tejido del que estén formadas impida la salida de partículas de los materiales a transporta, arena, tierra y polvo.

### 5.7 Valoración del coste de la gestión de los residuos generados.

Para la gestión de residuos necesitaremos 3 contenedores para los 3 tipos de residuos que vamos a tener, debido a la escasa cantidad de residuo generado por los cables y tubos de PVC se dispondrán de sacos tipo big bag y para la tierra se dispondrá de un contenedor de 5m<sup>3</sup> esto tiene un coste de:

Sacos tipo big bag	2	40€	80€
Contenedor 5m <sup>3</sup>	1	160€	160€

Esto hace un total de 240€ al que hay que sumarle el transporte de estos al vertedero y las tasas establecidas de este caso

# PRESUPUESTO

## 6.1 PREUPUESTO RED MEDIA TENSION

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
ZANJA 0.8 X 1.1 excavación por medio mecánicos	970m	46€	44.620
TUBO DPN 160 tendido	1400m	8€	11.200
CINTA SEÑALIZACION	1200m	0.20€	240
PLACA SEÑALIZACION	970m	2.60	2.522
RELLENO ZANJA	850m <sup>3</sup>	11€	9.350
ARENA LAVADA	170m <sup>3</sup>	15€	2.550
COLOCACION BALDOSA	970m	14€	13.580
HORMIGON	5m <sup>3</sup>	25€	125
COMPACTACION TERRENO	40h	30€	1.200
CUBIERTA ASFALTO	5m <sup>3</sup>	30€	150
CABLE HEPR 1X(3X150mm <sup>2</sup> )	1200m	8,60€	10.320
CINTA COLORES CABLE	20ud	3€	60
TERMINALES	50ud	15€	750
OPERARIOS	40h	25€	1.000
COMPROBACIONES	-	500€	500
MEDICIONES	-	500€	500
SEÑALIZACIONES	-	500€	500
MATERIAL SEGURIDAD	-	700€	700
<b>TOTAL</b>			<b>99.867 €</b>

## 6.2 PREUPUESTO RED BAJATENSION

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
ZANJA 0.8 X 1.1 excavación por medio mecánicos	2200m	46€	101.200
TUBO DPN 160 tendido	3400m	8€	27.200
CINTA SEÑALIZACION	2200m	0.20€	440
PLACA SEÑALIZACION	2200m	2.60	5.720
RELLENO ZANJA	1800m <sup>3</sup>	11€	19.800
ARENA LAVADA	400m <sup>3</sup>	15€	6.000
COLOCACION BALDOSA	2200m	14€	30.800
HORMIGON	25m <sup>3</sup>	25€	625
COMPACTACION TERRENO	120h	30€	3.600
CUBIERTA ASFALTO	25m <sup>3</sup>	30€	750
CABLE AL RV 1X(3X150mm <sup>2</sup> )	2300m	12€	27.600
CABLE AL RV 1X(3X240mm <sup>2</sup> )	900m	20€	18.000
CINTA COLORES CABLE	40ud	3€	60
TERMINALES 150mm <sup>2</sup>	130ud	15€	1950
TERMINALES 250mm <sup>2</sup>	50	20€	1.000
OPERARIOS	120h	25€	3.000
COMPROBACIONES	-	1300€	1300
MEDICIONES	-	700€	700
SEÑALIZACIONES	-	700€	700
MATERIAL SEGURIDAD	-	700€	700
<b>TOTAL</b>			<b>251.145€</b>

### 6.3 PRESUPUESTO CENTRO TRANSFORMACION Y REPARTO

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
-------------	----------	---------------	--------------



EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN PFU incluye montaje transporte y accesorios	1	11.825	11.825
Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS- L Interruptor-seccionador incluye montaje y conexión	5	6212,50	31.062,5
CGMCOSMOS-S Seccionamiento compañía	1	2.675,00	2.675,00
CGMCOSMOS-P Protección transformador	1	3.500,00	3.500,00
PUENTES TRANSFORMADOR	1	1.750,00	1.750,00
TRANSFORMADOR 24kV	1	9.450,00	9.450,00
CUADROS BT	1	1.200,00	1.200,00
PUENTES BT	1	1.050,00	1.050,00
PUESTA A TIERRA TOTAL	1	4.765,00	4.765,00
<b>TOTAL</b>			<b>67.277,5€</b>

#### 6.4 PRESUPUESTO CENTRO TRANSFORMADOR TIPO miniBLOK

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
CENTRO TRANSFORMACION MINIBLOK 5 incluye: Edificio, equipos de MT, intercone- xiones de MT, transformador, cuadro BT, equipo de iluminación, sistema de puesta a tierra.	31.180,00		<b>155.900,00€</b>

## 6.5 PRESUPUESTO TOTAL

RED DE MEDIA TENSION	99.867 €
RED DE BAJA TENSION	251.145€
CENTRO DE TRASFORMACION Y REPARTO	67.277,5€
CENTRO DE TRANSFORMACION TIPO MINIBLOK	155.900,00€
SUBTOTAL	574.189,5€
IMPREVISTOS 15%	86.128,43€
INGENIERIA 7%	40.193,27€
SUBTOTAL	700.511,20€
IVA 21%	147.107,35€
TOTAL	847.618,55€